



咨询通告

中国民用航空局机场司

编号：AC-158-CA-2024-04

下发日期：2024 年 3 月 28 日

运输机场选址数字化 辅助技术应用指南

前 言

为推动民航机场建设高质量发展、提升机场选址技术、提高选址效率和质量，促进机场选址工作中地理信息系统、建筑信息模型、大数据等数字化技术融合应用，支撑机场建设全过程信息化实施，特制定本指南。

根据机场选址相关规定和技术要求，总结选址数字化辅助技术应用实践成果，经广泛征求意见和多次专家评审，通过多次讨论、修改后最终定稿。本指南列举了机场选址数字化辅助技术应用的场景和工作内容，提出了各场景技术应用的要点和成果参考样例，可供民航主管部门、机场、咨询设计等单位参考。

本指南共分为 4 个章节 5 个附录，主要内容包括：总则、术语和缩略语、数据资料准备、数字化辅助技术应用等。

本指南由中国民用航空局机场司发布并管理，由主编单位负责日常管理工作。执行过程中如有意见或建议，请函告民航机场规划设计研究总院有限公司（地址：北京市朝阳区惠新东街甲 2 号住总地产大厦；邮编：100029；电话：010-84669251；邮箱：songyw@cacc.com.cn），以便修订时参考。

主编单位：民航机场规划设计研究总院有限公司

参编单位：中国电子工程设计院

编制人员：宋英伟 钟斌 李峰 陈刚 权丹 王斌 赵霞 赵祎 赵振海

吴新勇 韩喆泰 史建国 方昊 周崇华 王键

审查人员：张锐 彭爱兰 周鑫 郑文元 杨山 吴浩宁

目 录

1	总则.....	1
2	术语和缩略语.....	2
	2.1 术语.....	2
	2.2 缩略语.....	2
3	资料准备.....	3
	3.1 一般规定.....	3
	3.2 数据处理.....	3
4	数字化辅助技术应用.....	5
	4.1 一般规定.....	5
	4.2 适宜区域分析.....	5
	4.3 场址海选.....	8
	4.4 场址指标量化比较分析.....	9
	4.5 场址优化.....	10
	4.6 场址可视化.....	11
	附录 A 选址要素基础资料.....	12
	附录 B 多要素指标权重确定方法样例.....	21
	附录 C 适宜区域分析样例.....	25
	附录 D 场址比选辅助样例.....	31
	附录 E 场址可视化样例.....	37

1 总则

- 1.0.1 为提高民用运输机场选址工作的科学性、合理性和高效性，指导机场选址工作中数字化辅助技术应用制定本指南。
- 1.0.2 本指南适用于民用运输机场和军民合用机场的选址。
- 1.0.3 选址数字化辅助技术应用的目的是在场址的初选、预选、比选等工作过程中，辅助选址分析，场址优化和验证，作为选址决策参考。应用的范围根据项目特点、需求等确定。
- 【条文说明】 选址数字化辅助技术应用是在机场选址阶段的一种技术手段，可根据项目情况决定是否全过程采用，或在选址中间阶段部分采用。采用选址数字化辅助技术时，可以在各章节中灵活应用，也可以在选址报告中增加专篇。选址数字化辅助技术应用可以有不同的应用方式，通常的流程和常规选址工作流程关系如下图所示。

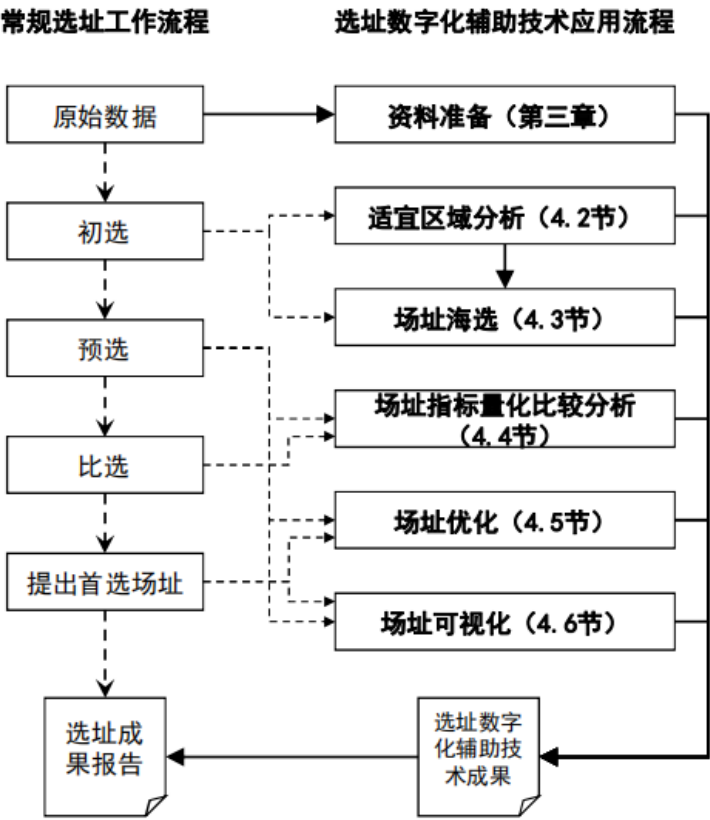


图 1.0.3 选址数字化辅助技术应用范围

2 术语和缩略语

2.1 术语

2.1.1 选址数字化辅助技术 digital auxiliary technology for site selection

利用地理信息系统、建筑信息模型、大数据等数字化技术手段，对机场选址的相关要素进行综合分析、建模和评估的辅助性技术。

【条文说明】 选址数字化辅助技术通过对数据进行收集、整理和分析，将复杂的选址问题由不同层面给予层级分解，并透过量化的运算形成综合评估成果，是解决复杂问题定量结合定性决策分析方法的应用。

2.1.2 层次分析法 analytic hierarchy process

将复杂问题分解为组成元素，形成层次结构模型后加以综合评估确定指标权重，是一种解决多目标的复杂问题的定性与定量相结合的决策分析方法。

2.1.3 等级排序及质心法 rank order centroid

采用质心排序方法识别所有可能权重的质心，产生权重的估计值，使每个权重的最大误差最小的决策分析方法，。

2.1.4 交通可达性 traffic accessibility

交通可达性用于反映出行者利用给定的交通系统从出发地点到达活动地点的便利程度，一般取与交通量相关联的度量，如时间、距离等。

2.1.5 结构化数据 structured data

结构化数据是指存储在数据库里，可以用二维表结构标识的数据。

2.1.6 非结构化数据 unstructured data

非结构化数据是指除了结构化数据之外的没有明确结构约束的数据。

2.2 缩略语

GIS —— 地理信息系统 (Geographic Information System)

BIM —— 建筑信息模型 (Building Information Modelling)

3 资料准备

3.1 一般规定

3.1.1 数据的采集、传输、存储、使用、共享以及销毁各个环节应采取符合数据安全级别的安全防护措施。

3.1.2 涉密数据的使用和管理应符合有关法律法规、国家和行业信息安全相关标准的规定。

【条文说明】 涉密数据处理按照《保守国家秘密法》《中华人民共和国数据安全法》等有关规定执行。其它工作相关数据按照工作单位有关规定执行。

3.1.3 选址数字化辅助技术应用所需的数据应根据应用范围确定，数据来源为委托方提供或自行采集的有效数据。

【条文说明】 选址数字化辅助技术原则上可处理各种来源数据，考虑到数据敏感性，应用所需数据不宜超过必要的范围。公开数据如国土空间基础信息平台等提供的数字地球信息，自行采集数据如现场踏勘过程收集的现状信息，委托方提供的有效数据包括国土资源、城市规划、气候等地理信息。

3.1.4 原始数据应由可靠来源提供，并经确认有效后方可使用。

【条文说明】 为保证分析结论可靠性，应保证原始数据的准确性。

3.1.5 宜使用数字化应用平台进行数据和应用过程管理，并保证数据的安全可控。

【条文说明】 数字化应用平台是实现信息有效共享和传递的工具，可采用成熟产品或基于已有平台开发，但均应符合数据安全标准要求。

3.2 数据处理

3.2.1 数据宜根据需求进行结构化处理。

【条文说明】 不同来源和类型的非结构化数据，如文物古迹分布等应基于数字化分析要求按统一坐标系统进行转换。

3.2.2 数据处理需对数据来源、格式和比例、分辨率、坐标系、数据生成时间等进行整理说明，表达形式宜如下表所示：

表 3.2.2 数据种类列表及对应标准说明

数据项	数据种类	标准说明(包括坐标系、投影，数据精度，数据日期等)	数据来源
城市中心位置	公开数据、城市规划数据		
区域高程	公开数据、测绘数据		
区域土地用途	国土资源数据		
区域生态保护红线	环保规划数据		

数据项	数据种类	标准说明(包括坐标系、投影，数据精度，数据日期等)	数据来源
区域基本农田	国土资源数据		
区域地质灾害分区	国土资源数据		
区域旅游景点分布	城市规划数据		
区域矿产资源	国土资源数据		
区域文物古迹分布	城市规划数据		
区域高压线	城市规划数据		
区域地震带分布	国土资源数据		
区域油气管道	城市规划数据		
...	...	...	

本表宜以附录形式提交，作为分析结论的支撑。

4 数字化辅助技术应用

4.1 一般规定

- 4.1.1 选址数字化辅助技术宜依据数据准备成果和场景单独或组合应用。
- 4.1.2 选址数字化辅助技术应用过程应可复现、可追溯。
- 4.1.3 选址数字化辅助技术应用成果应符合以下原则：
1. 应用成果以图、表为主，辅以文字说明；
 2. 应用成果文字应条理清晰，分析逻辑完善，数据完备可靠。

4.2 适宜区域分析

- 4.2.1 适宜区域分析基于地理信息系统数据对选址范围内影响机场选址的工程技术、航行服务条件进行综合评估，分析得出选址适宜区域的过程。
- 4.2.2 适宜区域分析主要适用于初选阶段。当选址范围较大时，可采用适宜区域分析快速排除不符合要求区域，并形成区域适宜性分析图，辅助筛选出场址适宜区域。
- 4.2.3 适宜区域分析可基于 GIS 等工具，通过对适宜度分析得出结论，技术路线如下图所示。

【条文说明】 本条说明适宜区域分析的流程。

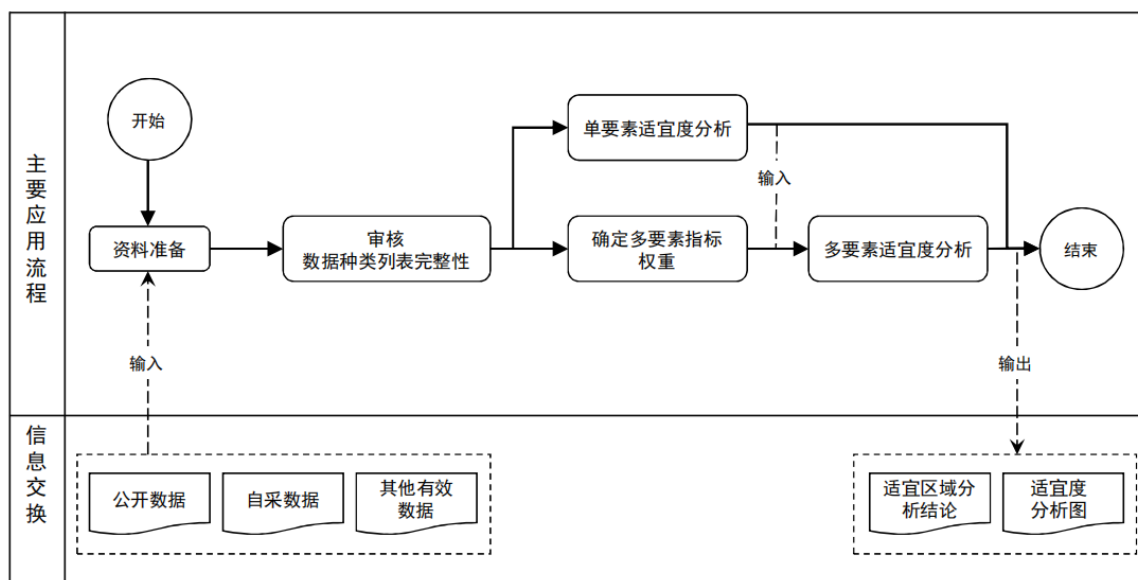


图 4.2.3 适宜区域分析工作流程图

- 4.2.4 适宜区域分析包括单要素适宜度分析和多要素适宜度分析，单要素适宜度分析得出单一要素的适宜区域，多要素适宜度分析是得出多种单要素叠加后的适宜区域。
- 4.2.5 单要素适宜度分析包括直接量化要素和间接量化要素分析。

【条文说明】 直接量化要素是有确定的范围划分、等级划分或量化指标的，包括环境要素、地形地貌、工程地质和水文地质、地下矿藏及文物、土地情况等；间接量化要素是没有明确的范围划分、等级划分或量化指标的，需经分析处理才能确定的影响指标，包括空域、地理位置、经济服务、人口分布、交通条件等。

4.2.6 每个要素类别包含多个要素，需按要素分别确定其影响，并形成单要素适宜度分析图。

4.2.7 多要素适宜度分析前应确定多要素指标权重。

【条文说明】 多要素适宜度分析是将单要素适宜度分析结果叠加多要素指标权重分析的过程。如地形要素、环境要素、空域要素等叠加分析结果才能形成分析结论。

4.2.8 多要素指标权重确定方法可采用主观判断法(专家打分法)、层次分析法和等级排序及质心法等，方法样例参考本指南附录 B.1-B.3。

表 4.2.8 权重确定方法表

权重确定方法	描述	优缺点	适用类型
专家打分法	根据决策者（专家）对各要素的重视程度来确定要素权重的方法，其原始数据由专家根据经验主观判断得到	优点：专家可以根据实际的决策问题和专家自身的知识经验合理地确定各属性权重的排序，不至于出现属性权重与属性实际重要程度相悖的情况 缺点：评价结果主观性强，客观性弱	
层次分析法	根据问题的性质和要达到的目标分解出问题的组成要素，并按要素间的相互关系将要素层次化，组成一个层次结构模型，然后按层分析，最终获得最低层要素对于最高层要素（总目标）的重要性权重值。	优点：具有系统性思想，简洁实用 缺点：要素较多、数据统计量大时，权重不易确定	要素较少时
等级排序及质心法	根据要素的重要性对每个要素进行排序，将这些排序作为输入，基于加权公式将其转换为每个要素的权重	优点：简单且易于使用，结果与要素的实际重要程度相吻合 缺点：所得结果权重比较分散，不适合在要素较少时使用	要素较多时

4.2.9 适宜区域分析应形成选址影响分析要素成果，成果参考表 4.2.9-1、表 4.2.9-2，单要素适宜度分析图样例参考本指南附录 C.1-C.8。

【条文说明】 本条说明适宜区域分析的成果。

表 4.2.9-1 单要素分析量化要素表

要素类别	要素	分类标准	单要素适宜度分析图	备注
空域环境	机场本场空域、危险区禁区、限制区、训练空域，相邻机场的本场空域、等待空域，周边进离场航线等	重要程度/可协调难度	协调难度分级图	
	与国境线距离	距国境线远近	国境线距离缓冲区图	
环境要素	生态保护红线	生态保护红线类型	生态保护红线等级图	*
	噪声影响	噪声影响敏感程度	噪声影响敏感程度分级图	
	水源保护区	水源保护区分级	水源保护区图	
	当地城市规划		城市规划分类图	
地形、地貌	数字地形图	坡度等级、高度等级、地形起伏度	坡度图、高度图、地形起伏度图	*
	水系	是否占用水系及缓冲带	水系等级分析图	
	洪水淹没线		洪水淹没线图	
工程地质、水文地质	土壤性质	土壤性质分类	土壤性质分类图	
	断裂带	距离断裂带远近、断裂带地震复发时间间隔	断裂带缓冲区图	*
	地质灾害	灾害风险等级	地质灾害风险等级图	
气象条件	能见度	能见度大小	能见度分级图	
	云高	云高高低	云底高分级图	
地下矿藏及文物	矿产资源	矿产资源分类	矿产区域分布图	*
	文物古迹	文物古迹等级、密度	文物古迹密度图	
土地情况	林业用地	林地保护等级	林业用地分布图	*
	农田	农田连片分类	农田连片等级图	*
	土地使用性质	土地使用性质分类	土地使用性质分类图	包括现状/规划城市建设用地避让区
其它	高压线	高压线电压、距离高压线远近	电力线缓冲区图	
	...	...	...	

注：附录有标*项的样例图。

表 4.2.9-2 选址影响分析准量化要素表

要素类别	要素	分类标准	单要素适宜度分析图	备注
区位条件	服务城市中心	距服务城市中心远近	距服务城市中心距离图	
经济服务	经济活动高密度区	通过多实体距离权重叠加分析	计算经济服务指数	

要素类别	要素	分类标准	单要素适宜度分析图	备注
人口分布	人口聚集区	通过多实体距离权重叠加分析	计算人口服务指数	当没有人口数据时,可通过其它数据反映人口分布,如夜间灯光遥感数据
交通条件	公路、铁路等交通数据	成本矩阵	交通可达性图	可以分别基于现状和规划的高速/快速铁路、高速公路数据,生成交通可达性图,反映不同选址区域与铁路、公路交通设施的契合度

4.3 场址海选

4.3.1 场址海选基于跑道构型、净空等关键指标及参数,批量计算筛选场址的过程,适用于快速得出多个初选场址。流程如下图所示:

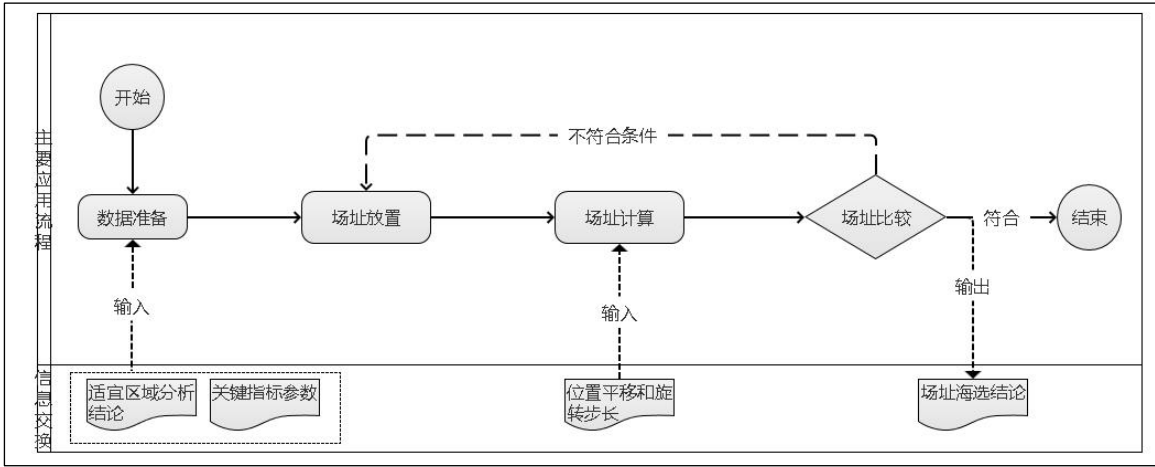


图 4.3.1 场址海选流程图

【条文说明】 场址海选应用在初选阶段,宜依据适宜区域分析结论实施,可在适宜区域内进一步分析得出重点区域,缩小海选范围后实施。

4.3.2 场址设置和计算可通过专业软件实施,并符合以下原则:

1. 支持选址适宜区域数据的接入;
2. 支持机场场址构型的生成和修改;
3. 支持机场场址构型位置和方向的自由调整,确定场址位置平移步长和跑道方位旋转步长。

【条文说明】 场址放置和计算可利用 GIS/BIM/CAD 等平台结合一定开发工作实现。首先根据选址规模形成机场场址构型,放到选址适宜区域内;其次场址放置和计算时,需根据场址构型

和选址适宜区域分块大小确定场址位置平移步长；最后根据气象条件、噪声影响、与城市重点区域关系、机场周边地物关系等确定跑道方位旋转步长和旋转范围。

4.3.3 确定场址海选场址位置平移步长和跑道方位旋转步长计算原则后，通过批量放置场址进行经济性初步计算和比较，计算内容可包括土（石）方量、征地量、拆迁工程量及其他可在此阶段量化计算的其他数据。

【条文说明】 本阶段仅为早期确定多个可行性场址。

4.3.4 对比分析海选场址中较优的场址形成建议初选场址。

4.4 场址指标量化比较分析

4.4.1 场址比选辅助适用于场址初选和预选阶段，应用数字化手段形成量化指标。

【条文说明】 本条说明场址比选的目的和侧重。因为采用数字化技术可以收集形成更丰富的数据集；可以采用的统计、分析方法更多；分析指标和精度更细致；能够辅助提升初选场址和预选场址分析比选的质量和效率。

4.4.2 场址比选分析应对备选场址各个重大要素形成量化成果，比较表样式参考表 4.4.2。

【条文说明】 本条说明场址比较的成果，将量化输出。

表 4.4.2 场址比选分析结论比较表

序号	比较内容	比较内容	场址 1	场址 2	场址 3	...	比较结果	备注
1	地理位置	到市中心距离						经纬度、方位、跑道构型
		跑道基本参数						
2	自然条件 (地形、地貌、环境、地质、水文)	坡度大小						
		地形起伏度						
		是否占用生态红线						
		到地震断裂带距离						
		距特高压走廊距离						
3	交通条件	电磁环境						
		交通通达性						
4	土石方工程（空地一体）	距现状/规划的高铁/铁路距离						
		场内土（石）方量（含边坡）						
		净空土（石）方量						初选场址和

序号	比较内容	比较内容	场址 1	场址 2	场址 3	...	比较结果	备注
								预选场址深度不同，净空处理面不同
5	占用土地、征拆	本场征拆						
		噪声征拆、治理						
		基本农田占用面积						
		水域占用面积						
		林地占用面积						
		学校、医院等教育、医疗设施						
		重要管线						
		其他重要设施						
6	矿产	占用矿产类型、面积						
7	文物古迹	占用文物古迹、文保单位的级别、数量						
...	...	...	...	...	...	...	...	...

4.5 场址优化

4.5.1 场址优化是应用场址模型和精度更高的基础数据，进一步优化场址位置、标高等要素的过程。

4.5.2 通过场址的平移位置和旋转方向，对预选场址空地一体土（石）方、征拆、噪声影响等主要选址要素批量计算和比较，形成场址优化结果。

【条文说明】 空地一体土（石）方量包含场内、边坡、净空土（石）方，其中净空土（石）方以飞行程序及飞机性能分析限制面与现状地形计算结果为准。

4.6 场址可视化

4.6.1 可利用三维建模与可视化技术，直观的呈现场址要素，有利于发现隐蔽问题，辅助决策，减少风险。

【条文说明】 对于地形复杂的场址，空地一体的三维建模与可视化分析尤其重要。用于直观的发现灯光带建设是否可行、导航台站是否遮蔽、程序和性能三维限制面内是否有超高建构筑物等问题。

4.6.2 场址可视化所需三维建模内容包括：

1. 与栅格卫星影像融合的数字高程模型；
2. 拟建机场全场模型，包括跑滑系统、航站楼、配套功能区、边坡、导航设施、进近灯光、主要交通系统(进场交通)等；
3. 空域模型，包括场址进离场航线和周边邻近的空域(如禁区、限制区等)；
4. 飞行程序面和飞机性能分析面模型，飞行程序保护区宜包括 OAS 面、PAOAS 面(如需)、VSS 面、OIS 面及其他有障碍物穿透的面；飞机性能分析面宜包括起飞航径区、一发失效程序保护区；
5. 净空障碍物限制面；
6. 针对地形地貌复杂的首选场址，宜对通信、导航、监视信号覆盖进行建模；
7. 其他需要表达的三维模型。

4.6.3 建模宜采用数模一体化技术方法。

4.6.4 可视化成果样例参考本指南附录 E。

附录 A 选址要素基础资料

以下为选址要素类型、制图方法参考及成图参考：

A.1 空域示意图

绘图建议：

1. 以 DEM 三维模型和卫星影像图为示意图背景；
2. 在背景图上，添加空域形状范围示意，标识空域名称、类型、编号及限制高度，例如 ZG(R)007 3600m 为情报区（类型）编号 限制高度；
3. 添加阅图辅助要素，如指北针、图例等。

A.2 国境线分析图

绘图建议：

1. 绘制机场跑道中心线；
2. 绘制国界线，并按照每 10 公里的间距将国界线向内偏移，每条线不同着色；
3. 附比例尺及指北针。

A.3 生态红线分布图

绘图建议：

1. 应表示出 XX 地区或城市的生态红线分布范围；
2. 以适当的颜色展示生态红线分布区域，并附色彩图例；
3. 添加阅图辅助要素，如指北针、比例尺、图例等；

成图参考效果：

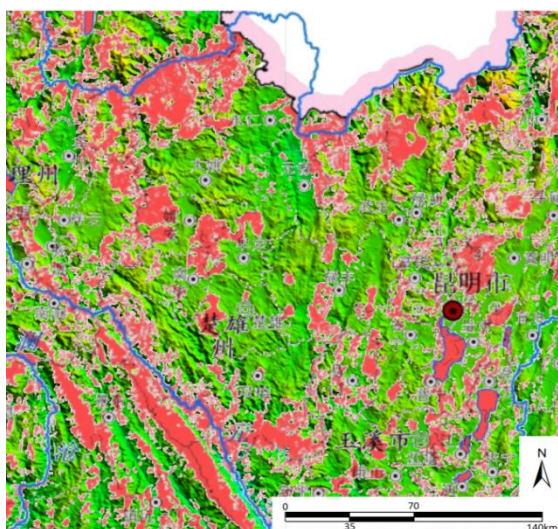


图 A.3 生态红线分布图

A.4 机场周边区域飞机噪声环境等值线示意图

绘图建议：

1. 以卫星影像为示意图背景；
2. 在卫星影像背景上，添加简要飞行程序方案示意，噪声等值线（至少包括 70dB、75dB、80dB、85dB 等值线），敏感区等；
3. 添加阅图辅助要素，如指北针、图例等。

成图参考效果：

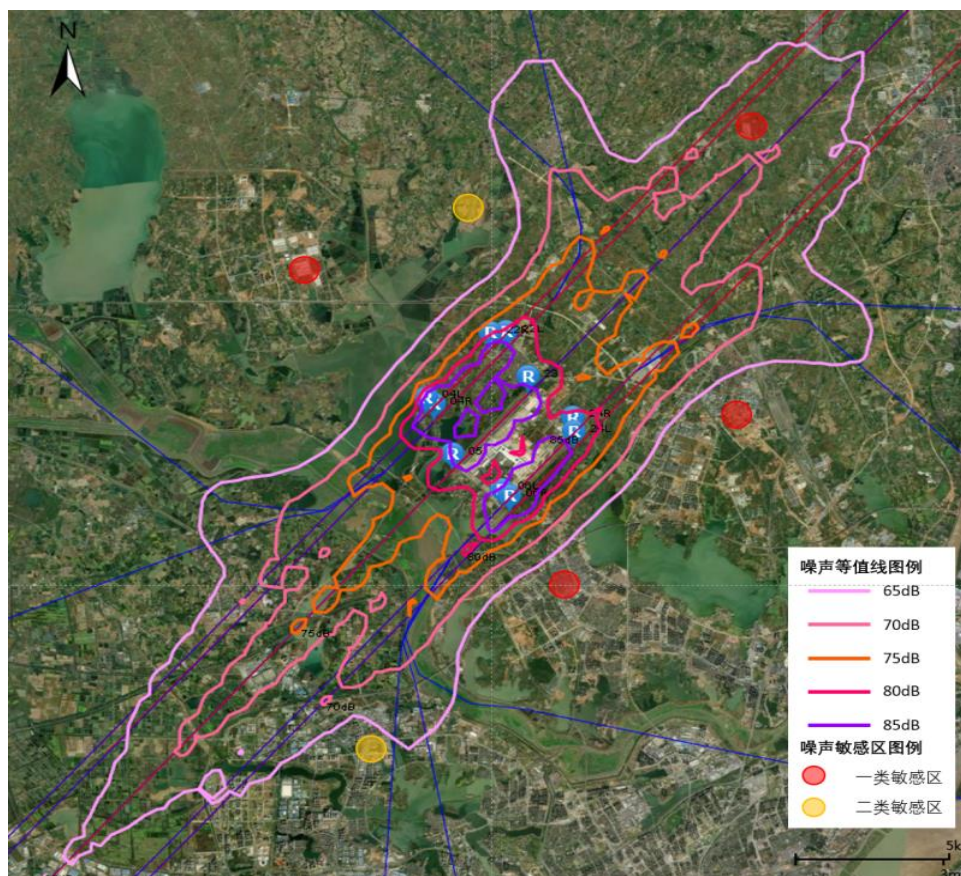


图 A.4 机场周边区域飞机噪声环境等值线示意图

A.5 水源保护分析图

绘图建议：

1. 以适当的颜色展示不同等级的保护区；
2. 附相关图例标明各类保护区；
3. 附指北针；
4. 要有典型的参照物，如道路、桥、湖泊等，以便后期多要素图层叠加分析。

成图参考效果：

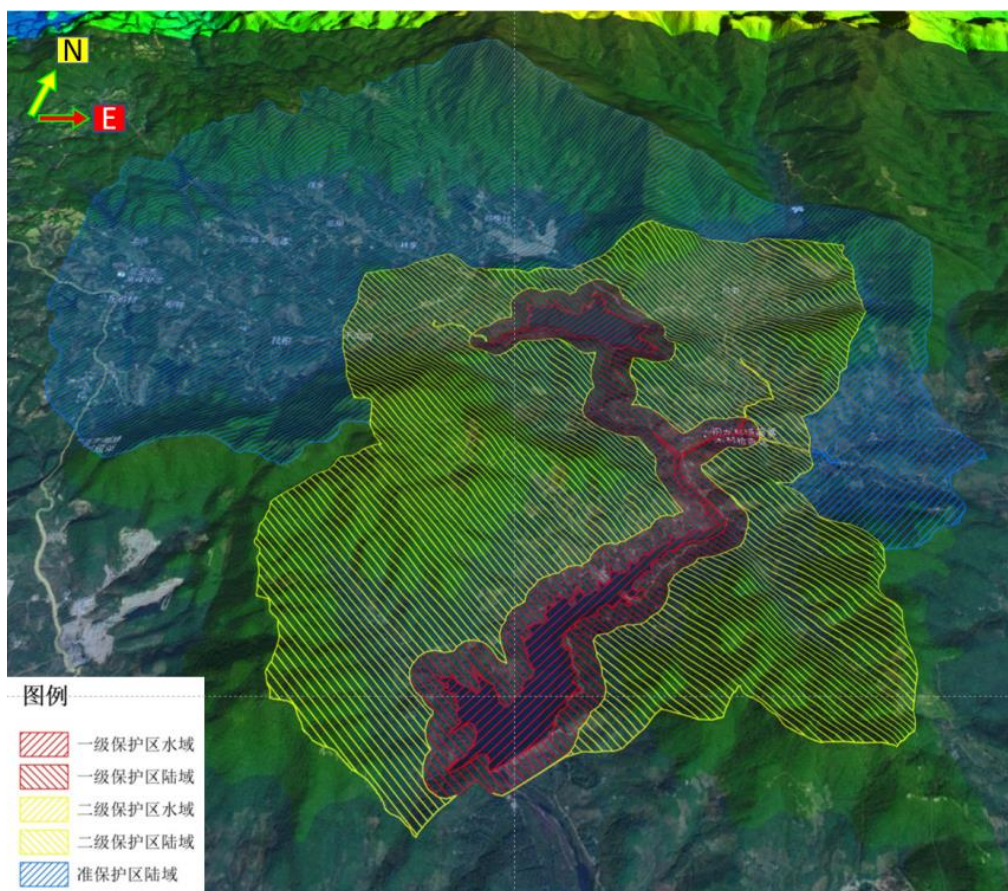


图 A.5 水源保护分析图

A.6 数字地形图

绘图建议：

1. 选取适当角度透视 DEM，并附方向示意。以适当的颜色展示不同地形高程，并附竖向色彩图例；
2. 附有水平比例尺；
3. 叠加经纬度网格；
4. 附指北针；
5. 采用分辨率为 30 米数字高程，或 1：5 万地形或更高精度的高程资料；
6. 对于选址过程中关键数据应多方数据源校核，最终以实测为准；
7. 可增加一定标高淹没面以突出某一高度以上山体；
8. 可生成等高线以建立宽阔地域的标高相对关系；
9. 对于风力发电机或其他对选址有影响的建筑、构筑物应在图中显示。

成图参考效果：

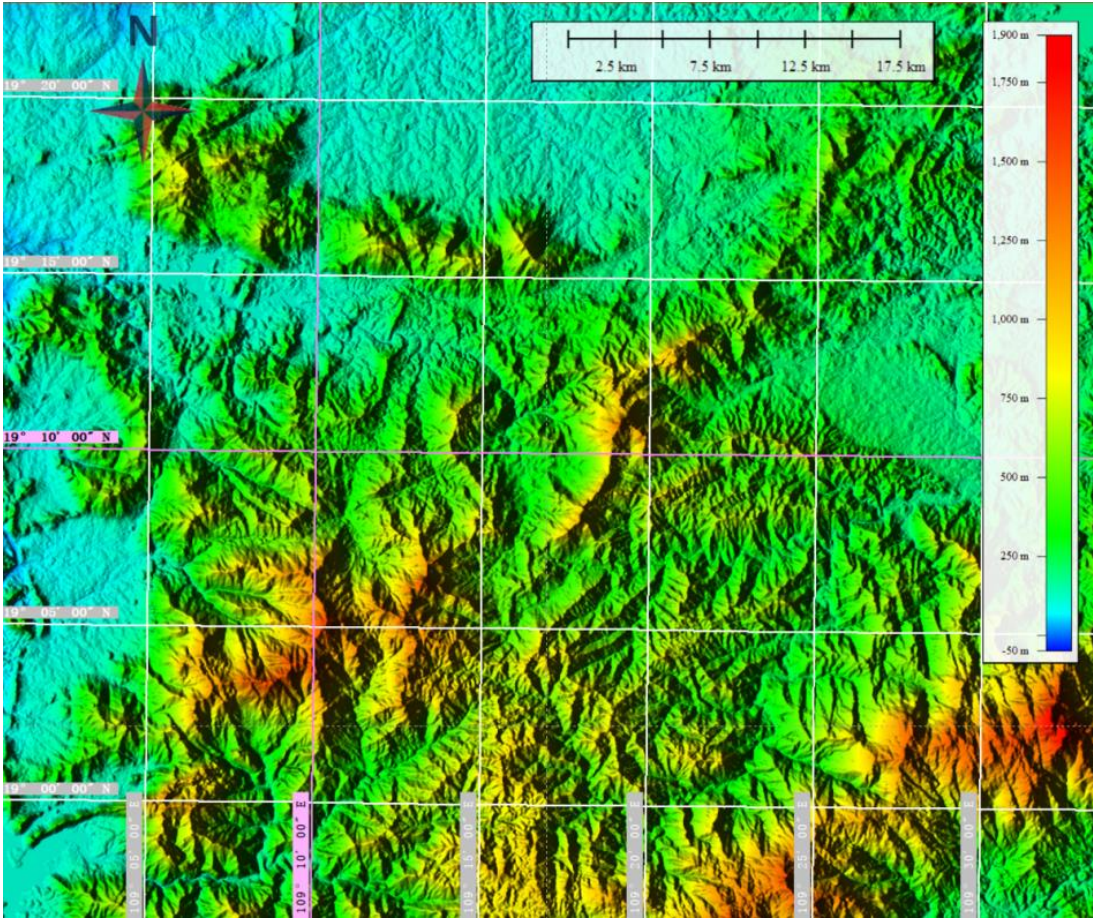


图 A.6-1 数字地形图

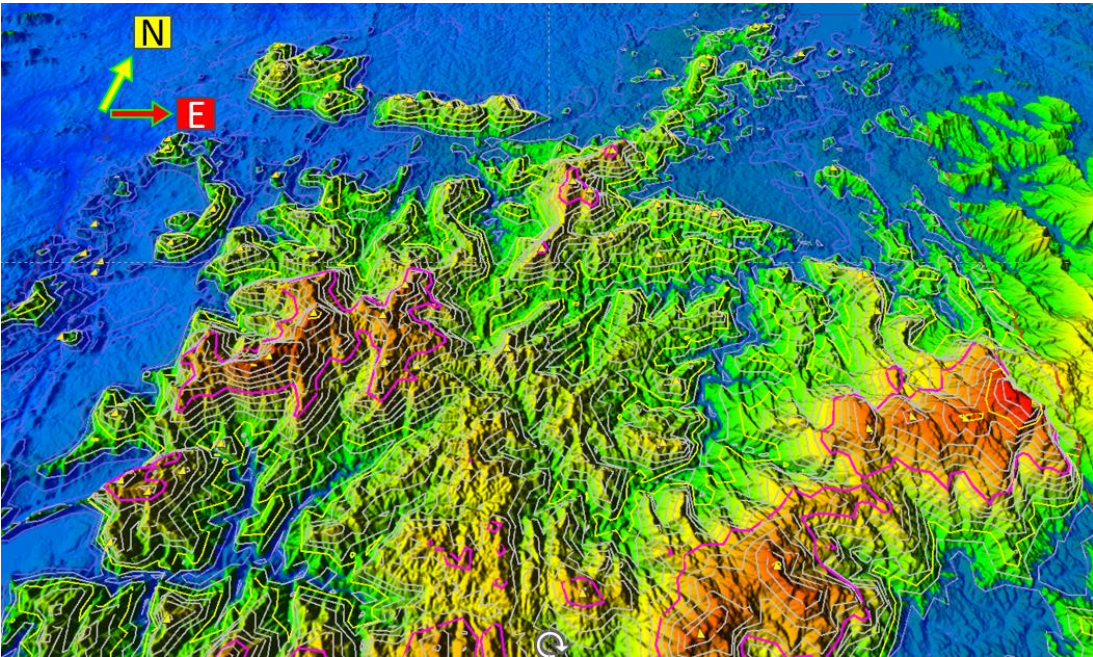


图 A.6-2 数字地形图

A.7 水系分析图

绘图建议：

1. 以适当的颜色展示不同等级的水系，并附色彩图例；
2. 叠加经纬度网格；
3. 附指北针。

成图参考效果：

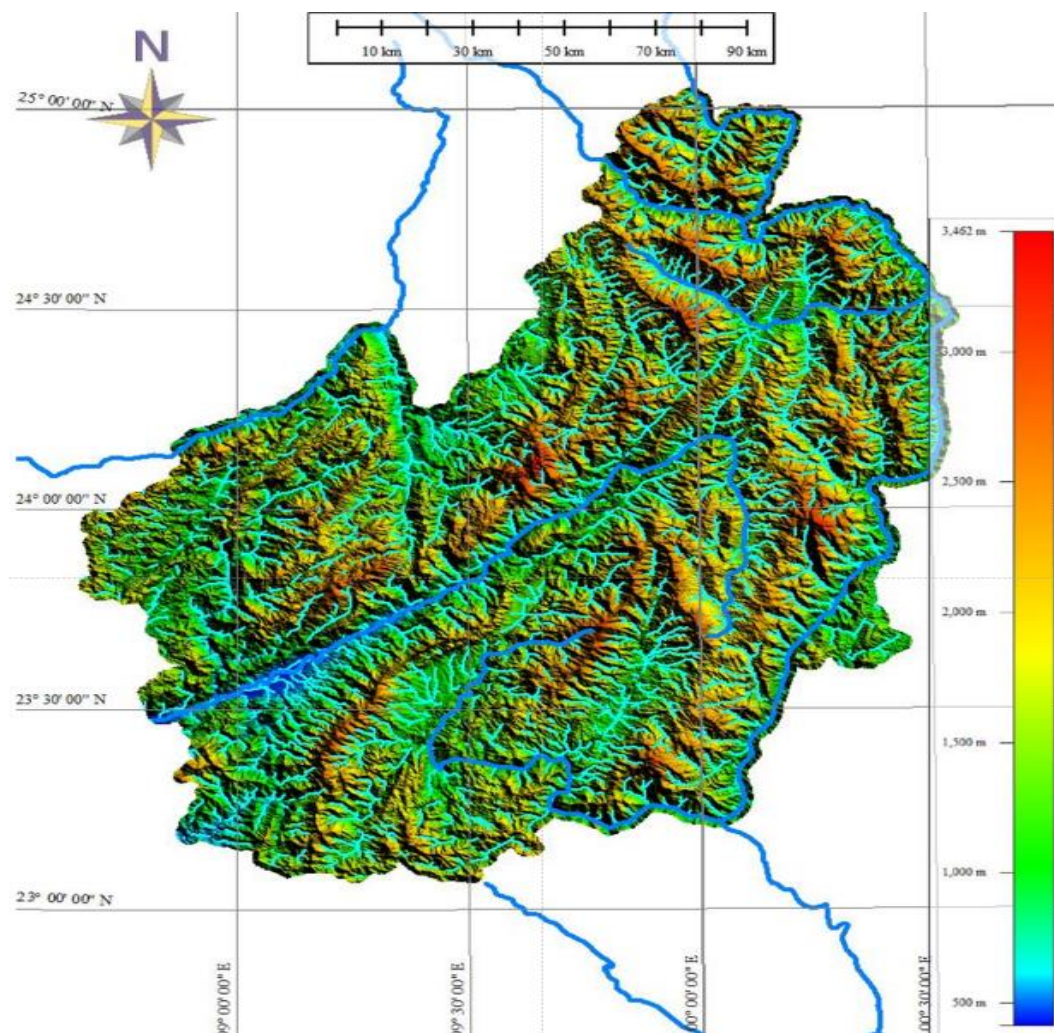


图 A.7 水系分析图

A.8 土壤性质分布图

绘图建议：

采用最新版国家标准土壤类型分布图，表示土壤的成因类型、机械组成与成土母质特点和分布规律，以反映自然土壤为主，图例完整。

成图参考效果：



图 A.8 土壤性质分布图

A.9 断裂带分布图

绘图建议：

参考国家标准地质构造图，标明重要断裂带及一般断裂等构造所在位置，标明历史较大地震震中所在位置。

成图参考效果：

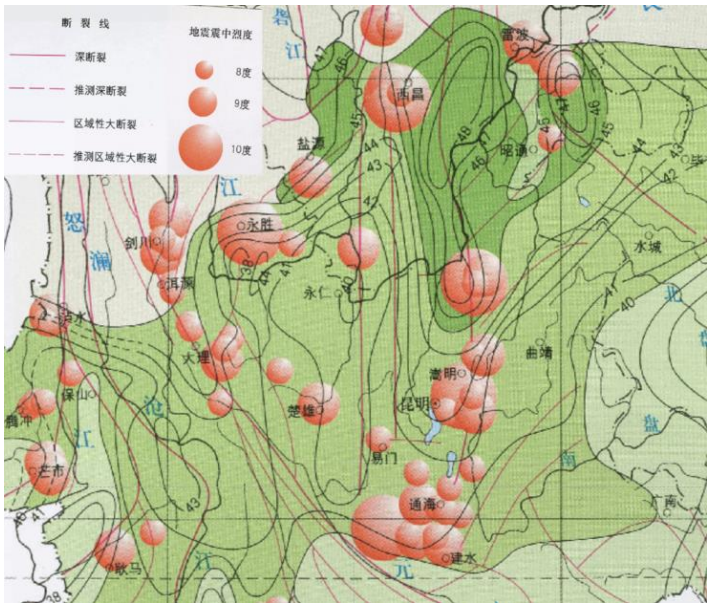


图 A.9 断裂带分布图

A.10 地质灾害风险等级图

绘图建议：

1. 应根据区域地质灾害调查报告绘制本图；
2. 地质灾害包括崩塌、滑坡、泥石流、地裂、地沉、地塌、岩爆、坑道突水、突泥、突瓦斯、煤层自燃、黄土湿陷、岩土膨胀、砂土液化、土地冻融、水土流失、土地沙漠化和沼泽化、土壤盐碱化、以及地震，火山，地热等，且不同地区出现地质灾害的类别不同，应因地制宜，提供相应地区不同地灾类型分布图，并注明地质灾害规模；
3. 部分地质灾害受气候变化影响，其气象风险等级根据地质灾害易发程度及致灾降雨等级确定，由低到高分四级、三级、二级、一级，最高的三级需注意防范。可根据地质灾害分布图、地灾规模及地灾气象风险图圈出地灾防范区域。

成图参考效果：

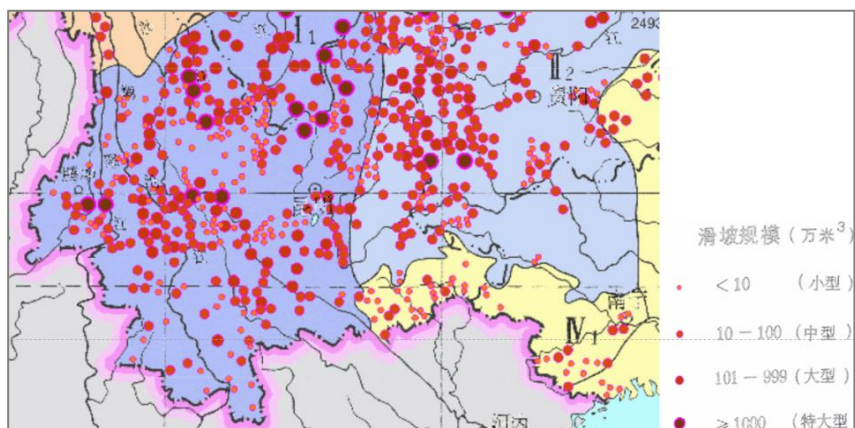


图 A.10-1 地质灾害风险等级图

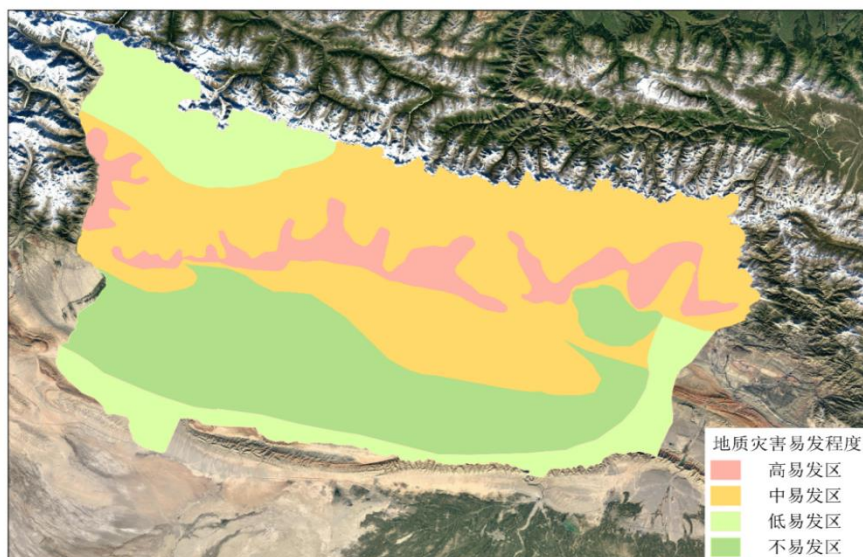


图 A.10-2 地质灾害易发程度分区图

A.11 能见度分析图

绘图建议：

1. 以 DEM 或卫星影像为底，并附方向示意；
2. 显示观测站位置；
3. 由气象部门根据观测数据用气象部门的专业软件提供上述范围。所分区的范围可以是低能见度次数，也可以是频率或其他能展示当地能见度的数据；
4. 气象部门对于山区等容易产生局部地区低能见度的情况应有相应的分析说明。

成图参考效果：

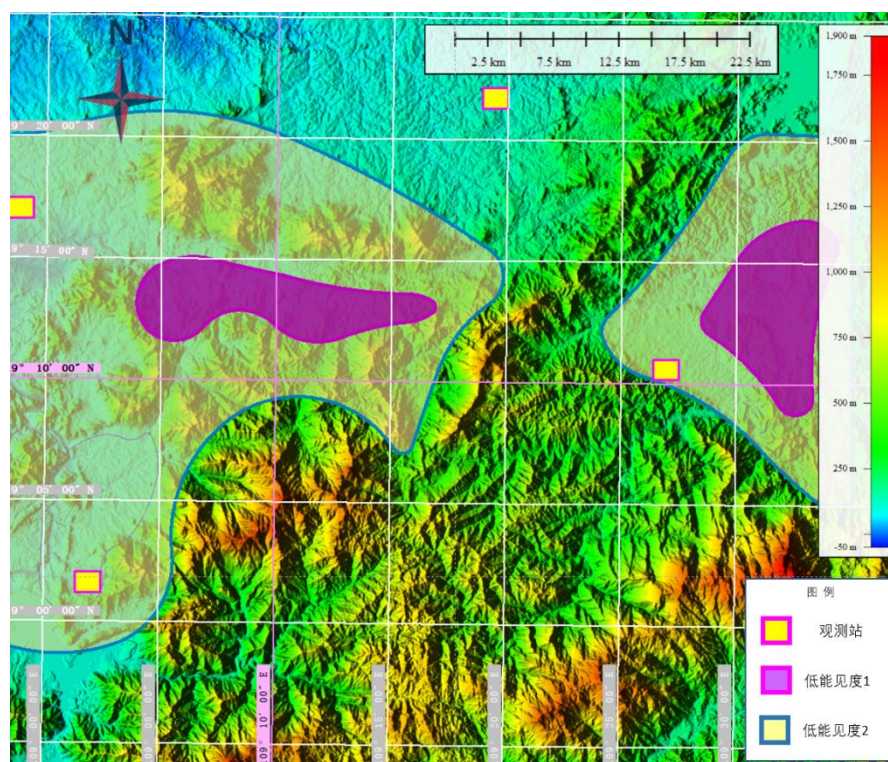


图 A.11 能见度分析图

A.12 农田分布

绘图建议：

1. 以适当的颜色展示农田，并附彩色图例；
2. 附指北针；

成图参考效果：



图 A.12 农田分布图

A.13 高压线分布图

绘图建议：

1. 以适当的颜色展示不同等级的高压线，并附色彩图例；
2. 标注高压线塔位置；
3. 叠加经纬度网格；
4. 附指北针；
5. 包含高压等级和线路走向、铁塔经纬度和海拔高度。

成图参考效果：

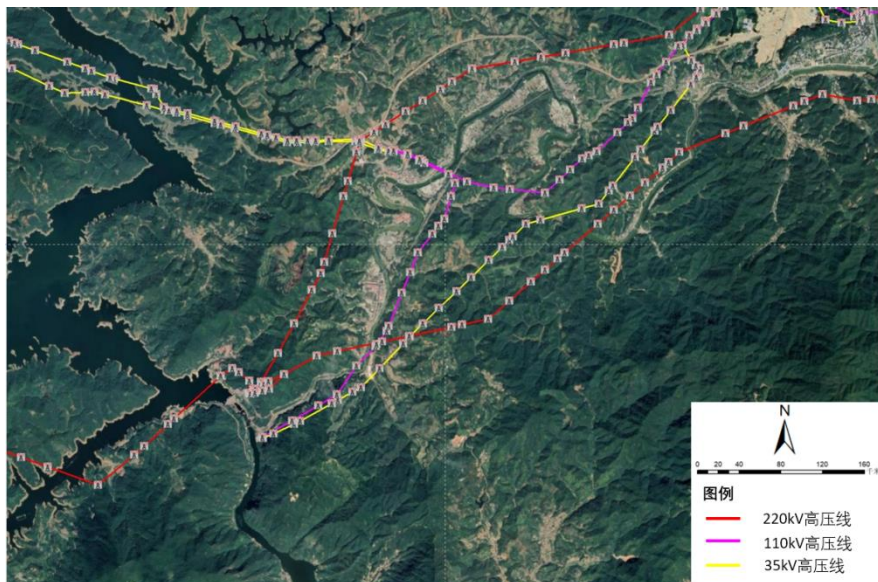


图 A.13 高压线分布图

附录 B 多要素指标权重确定方法样例

以下为多因素的指标权重示意，具体机场的权重应根据机场的实际情况来确定。

附录 B.1 专家打分法样例

表 B.1 专家打分表样例

一级要素	一级要素权重(0-1)	二级要素	二级要素权重(0-1)	综合权重(0-1)
地形	0.3	高程	0.3	0.09
		坡度	0.4	0.12
		地形起伏度	0.3	0.09
底线管控	0.5	林业用地	0.1	0.05
		生态保护红线	0.2	0.1
		基本农田	0.1	0.05
		地质灾害	0.1	0.05
		矿产资源	0.1	0.05
		文物古迹	0.1	0.05
		高压线走廊	0.1	0.05
		地震带	0.2	0.1
社会经济	0.2	夜间灯光	0.2	0.04
		距州府距离	0.3	0.06
		交通可达性	0.5	0.1

附录 B.2 层次分析法样例

表 B.2-1 一级要素比较矩阵

	环境	气候	地形	基础建设	运营条件
环境	1	2	1	2	1
气候	1/2	1	1/3	1/2	1
地形	1	3	1	1/2	1
基础建设	1/2	2	2	1	1
运营条件	1	1	1	1	1

注：对一级要素进行归一化

表 B.2-2 一级要素权重

	环境	气候	地形	基础建设	运营条件	权重
环境	0.25	0.25	0.182	0.4	0.2	0.256
气候	0.125	0.125	0.191	0.1	0.2	0.128
地形	0.25	0.25	0.182	0.1	0.2	0.196
基础建设	0.125	0.25	0.364	0.2	0.2	0.227
运营条件	0.25	0.125	0.182	0.2	0.2	0.191
总权重	1	1	1	1	1	1

注 1： $\lambda_{\max}=5.216$ ， $CI=0.054$ ， $CR=0.048$

注 2：一致性 CR 可视化： $CR = \frac{CI}{RI}$

其中，CI 为一致性指数，RI 为随机指数。 $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$

其中， $\lambda_{\max}$ 为判断矩阵的主特征值，n 为矩阵的阶数。 $RI = \frac{CI_1 + CI_2 + \dots + CI_n}{n}$

表 B.2-3 环境要素的二级要素比较矩阵

	居民区	土地覆盖	权重
居民区	1	2	0.67
土地覆盖	0.5	1	0.33

注： $\lambda_{\max} = 2$ ， $CI = 0$ ， $CR = 0$

表 B.2-4 气候要素的二级要素比较矩阵

	降雨量	温度	净空指数	风速	大气压	相对湿度	权重
降雨量	1	1	0.5	0.5	1	0.5	0.111
温度	1	1	0.5	0.5	1	0.5	0.111
净空指数	2	2	1	1	2	1	0.222
风速	2	2	1	1	2	1	0.222
大气压	1	1	0.5	0.5	1	0.5	0.111
相对湿度	2	2	1	1	2	1	0.222

注： $\lambda_{\max} = 6$ ， $CI = 0$ ， $CR = 0$

表 B.2-5 地形要素的二级要素比较矩阵

	高程	坡度	土壤特性	断层	水流	权重
高程	1	0.5	0.5	0.5	1	0.120
坡度	2	1	1	0.5	0.5	0.175
土壤特性	2	1	1	1	3	0.264
断层	2	2	1	1	3	0.294
水流	1	2	0.34	0.34	1	0.147

注： $\lambda_{\max} = 5.328$ ， $CI = 0.082$ ， $RI = 1.12$ ， $CR = 0.07$

表 B.2-6 基础建设要素的二级要素比较矩阵

	道路	水库	电站	通信站	权重
道路	1	0.5	0.5	1	0.17
水库	2	1	1	2	0.33
电站	2	1	1	2	0.33
通信站	1	0.5	0.5	1	0.17

注： $\lambda_{\max} = 4$ ， $CI = 0$ ， $CR = 0$

表 B.2-7 运行条件的二级要素比较矩阵

	土地利用	湿地	油田	工厂	油、气管线	城市中心	权重
土地利用	1	1	2	1	2	0.5	0.180
湿地	1	1	2	1	2	1	0.198
油田	0.5	0.5	1	0.5	1	0.5	0.099
工厂	1	1	2	1	2	1	0.198
油、气管线	0.5	0.5	1	0.5	1	0.5	0.099

	土地利用	湿地	油田	工厂	油、气管线	城市中心	权重
城市中心	2	1	2	1	2	1	0.226

注： $\lambda_{\max}=6.054$ ， $CI=0.011$ ， $RI=1.24$ ， $CR=0.08$

表 B.2-8 层次分析法权重

第一步		第二步		第三步
一级要素	权重	二级要素	权重	最终权重
环境	0.2564	居民 土地覆盖	0.67 0.33	0.172 0.085
气候	0.1282	降雨量 温度 净空指数 风速 大气压 相对湿度	0.11 0.11 0.22 0.22 0.11 0.22	0.014 0.014 0.028 0.028 0.014 0.028
地形	0.1964	高程 坡度 土壤特性 断层距离 水流距离	0.12 0.175 0.264 0.294 0.147	0.024 0.034 0.052 0.058 0.029
基础建设	0.2277	道路 水库 电力线 通信站	0.167 0.333 0.33 0.167	0.038 0.076 0.076 0.038
运行条件	0.1914	土地利用 湿地 工厂 电力线 城市中心	0.179 0.198 0.099 0.198 0.099 0.226	0.034 0.038 0.019 0.038 0.019 0.043

附录 B.3 等级排序及质心法样例

表 B.3 等级排序及质心法权重计算表

要素	等级	权重
居民区	1	$w1 = (1/23) (1/1 + 12 + 1/3 + \dots + 1/23) = 0.162$
地震带	2	$w2 = (1/23) (1/2 + 1/3 + \dots + 1/23) = 0.119$
土壤特性	3	0.097
土地利用	4	0.083
电力线	5	0.072
距水库距离	6	0.063
距道路距离	7	0.056
距城市中心距离	8	0.050
距湿地和保护动物距离	9	0.044
距工厂距离	10	0.039
距油气管线距离	11	0.035
距油井距离	12	0.031
风速	13	0.027
净空指数	14	0.024
坡度	15	0.021
降雨量	16	0.018
温度	17	0.015
大气压	18	0.013
距水系距离	19	0.010
相对湿度	20	0.008
土地覆盖	21	0.006
高程	22	0.004
距通信站距离	23	0.002
总权重		1

附录 C 适宜区域分析样例

以下图中的分数赋值为示意，具体机场的要素分析指标和赋值需根据项目实际需求确定。

C.1 地形条件（根据选址现状地形图生成）

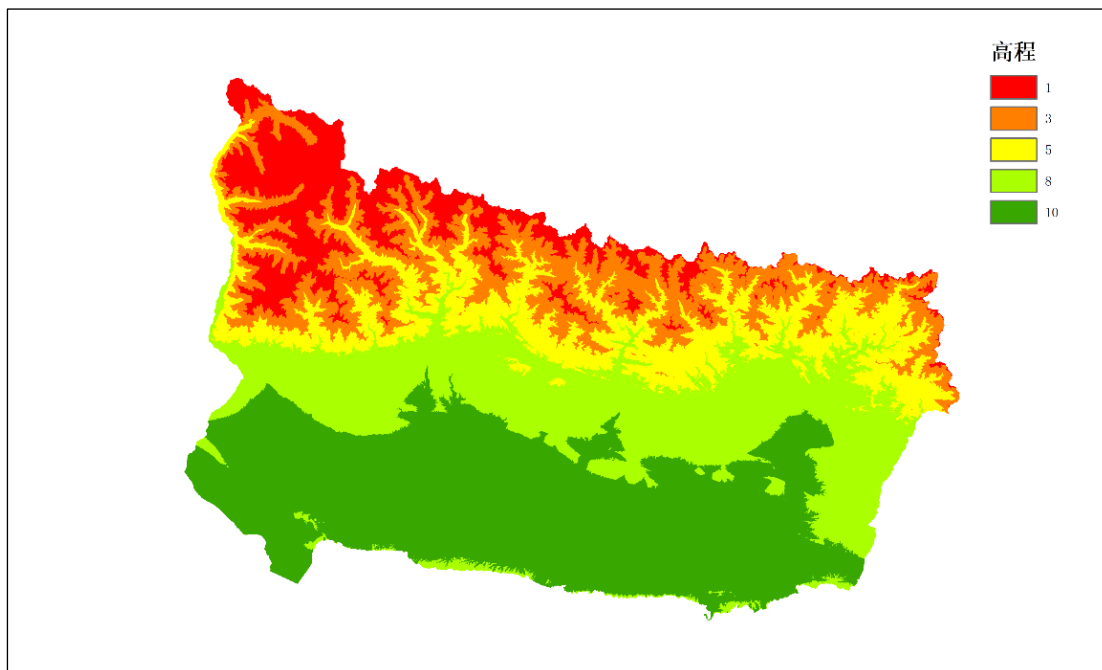


图 C.1-1 高程要素示意图

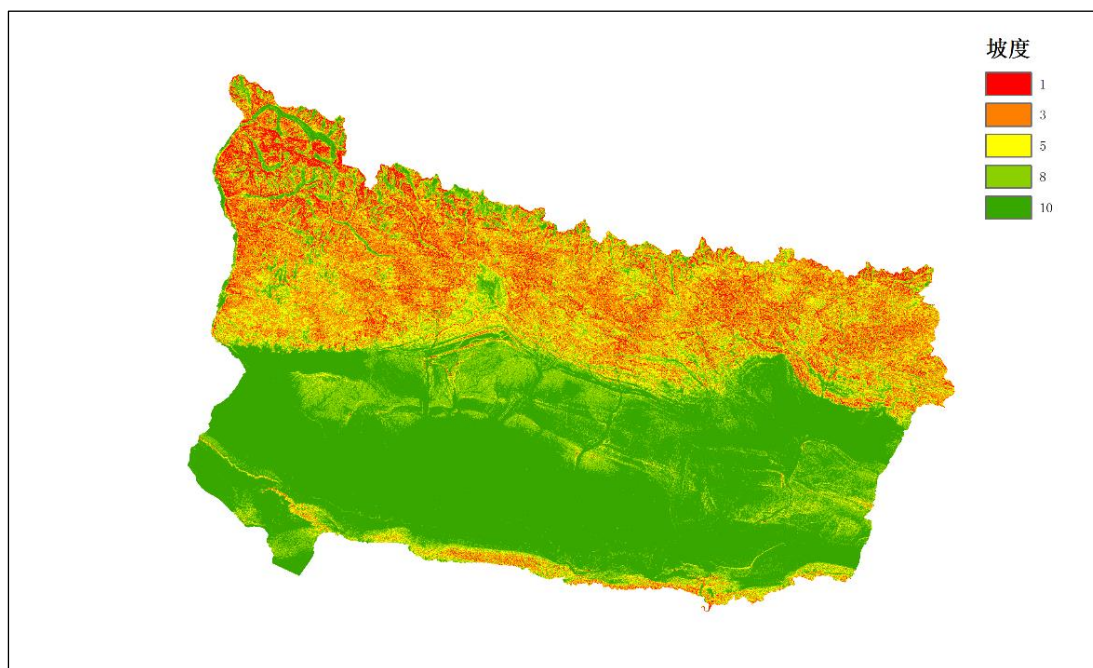


图 C.1-2 坡度要素示意图

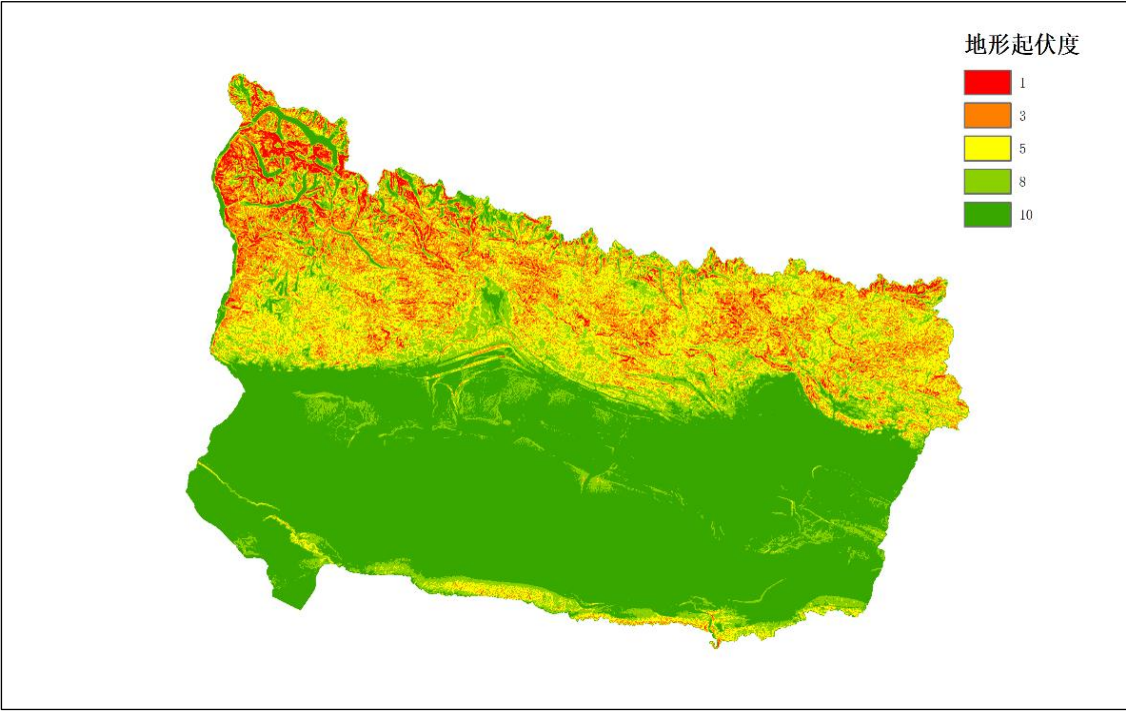


图 C.1-3 地形起伏度要素示意图

C.2 林业用地（根据国土资源数据生成）

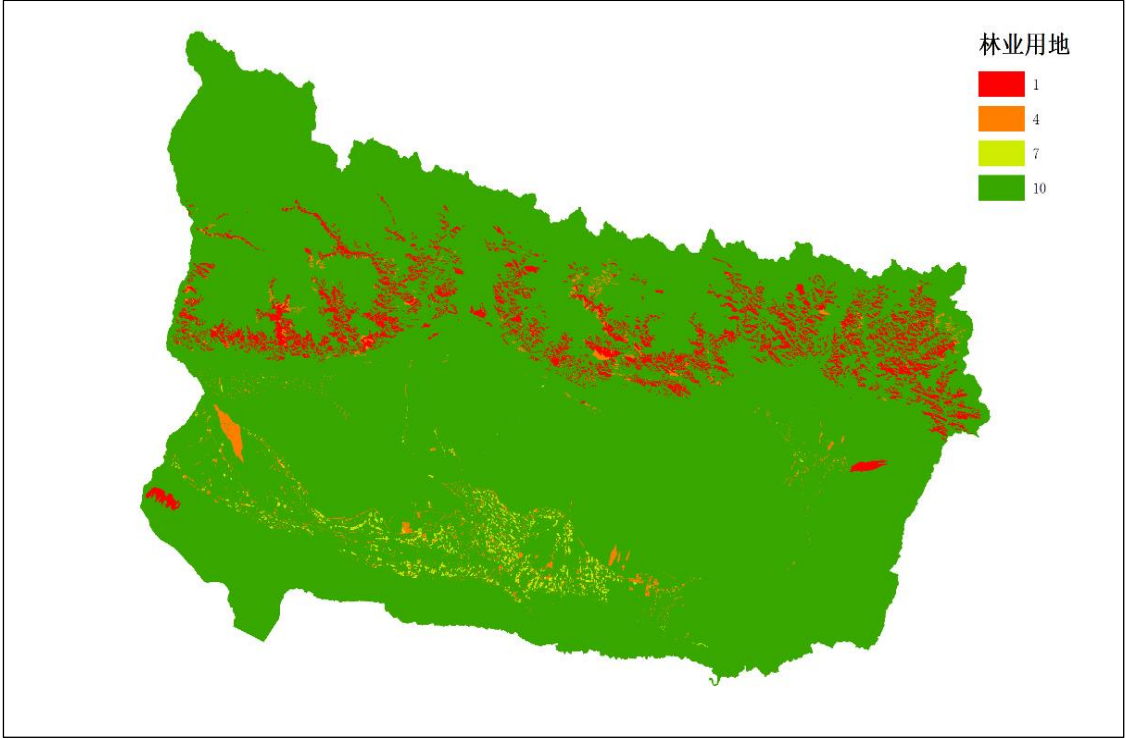


图 C.2 林业用地要素示意图

C.3 生态保护红线（根据国土资源数据生成）

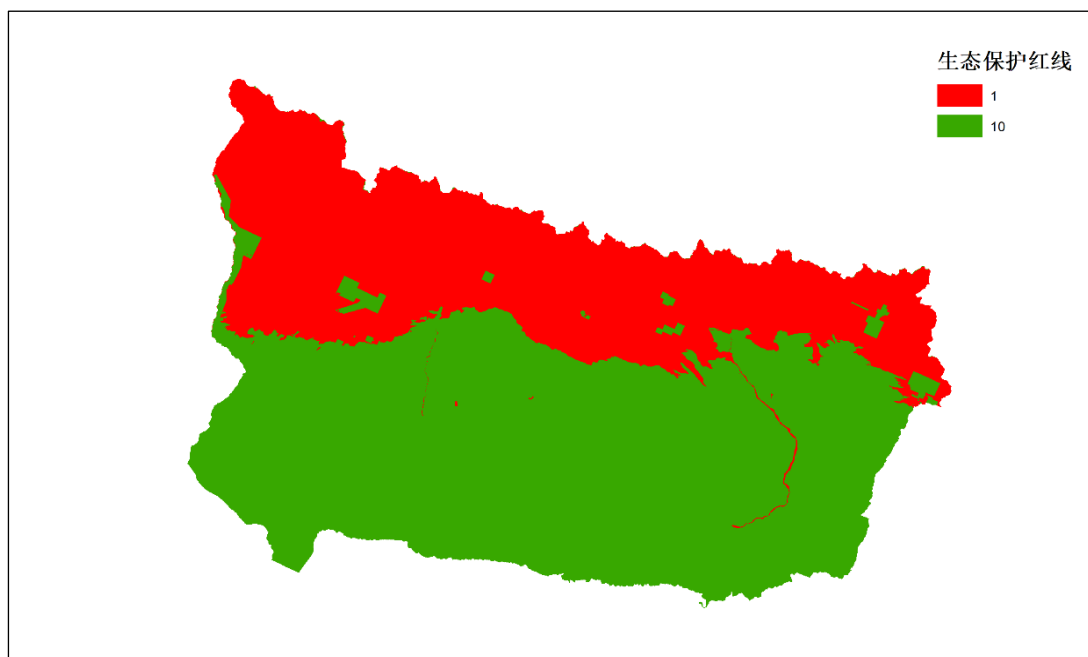


图 C.3 生态保护红线要素示意图

C.4 基本农田（根据国土资源数据生成）

对所获取的基本农田数据进行聚合面分析：100 m 连片处理，然后依据连片结果，将基本农田数据分为 5 个等级。

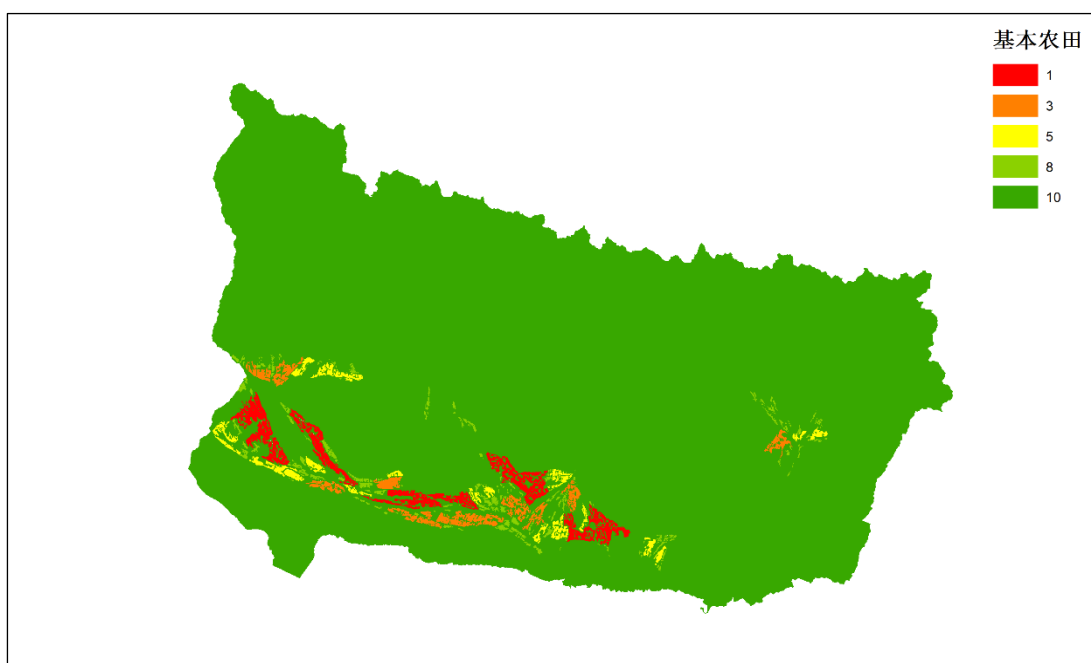


图 C.4 基本农田要素示意图

C.5 矿产资源（根据国土资源数据生成）

场址宜避开未稳定的地下采空区，场址压覆采矿权时，不满足要求赋值 0 分；场址压覆探矿权时，可以通过探矿权调整进行机场建设，赋值 5 分；场址不压覆探矿权以及采矿权时，赋值 10 分。

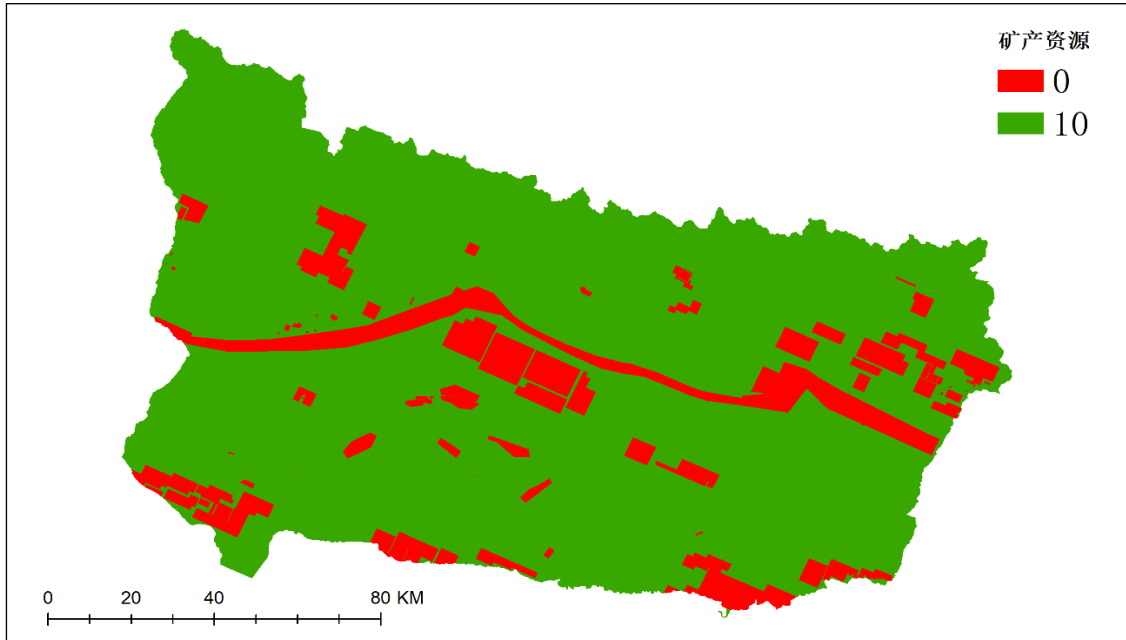


图 C.5 矿产资源要素示意图

C.6 高压线（根据规划数据生成）

对高压线做 500m 缓冲区，缓冲区内赋分值 1 分，缓冲区外赋值为 10 分。

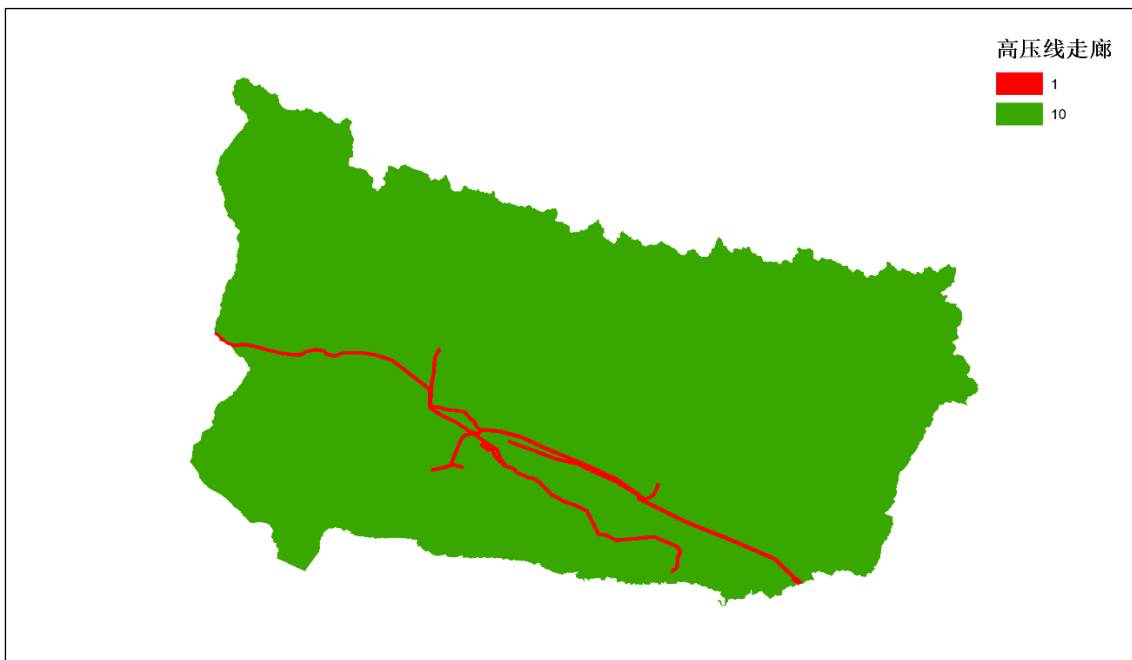


图 C.6 高压线要素示意图

C.7 地震带（根据国土资源数据生成）

场址应避开发震断层地段。对地震带做 1km 缓冲区，缓冲区内赋值为 1 分，缓冲区外赋值为 10 分。



图 C.7 地震带要素示意图

C.8 油气管道（根据规划数据生成）

对油气管道做 500m 缓冲区，缓冲区内赋分值 1 分，缓冲区外赋分值 10 分。

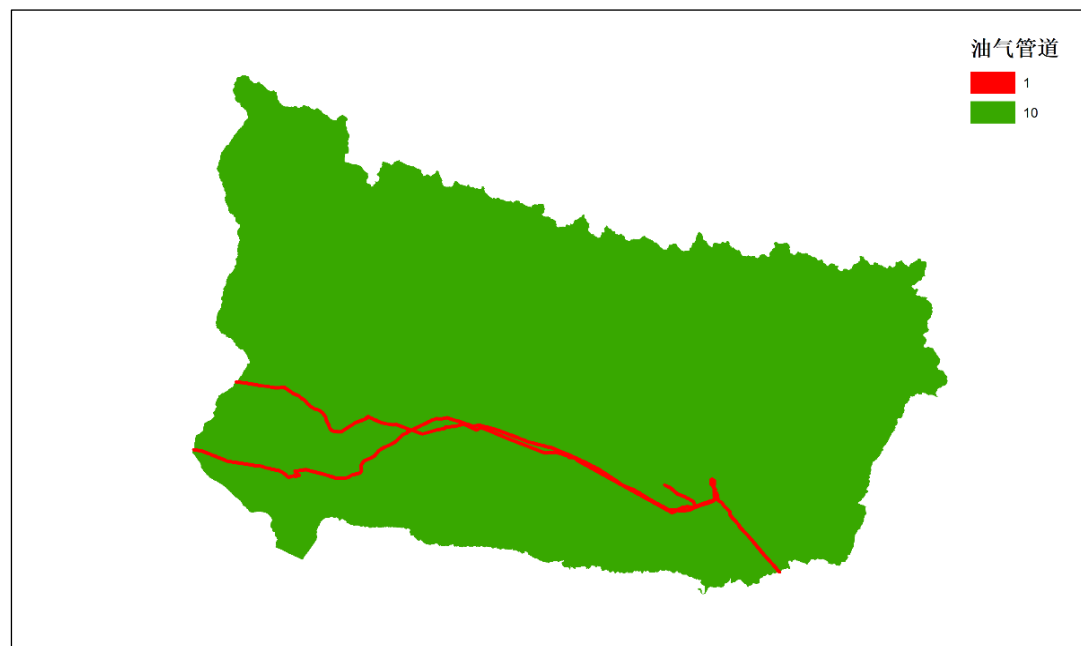


图 C.8 油气管道要素示意图

综合评价结论

如前所述，针对相关要素进行了各自的单项影响要素分析，得到了相应的分析结果，然后结合机场选址的实际情况，给每个单项要素赋权重值，权重总和为 1，具体的权重分值如下表所示。

表 C.1 单项要素权重表

一级指标	一级指标权重	二级指标	权重
地形	0.4905	高程	0.0327
		坡度	0.2289
		地形起伏度	0.2289
地下矿藏及文物	0.0469	文物古迹	0.0469
土地情况	0.1699	林业用地	0.05
		基本农田	0.1199
环境要素	0.0268	生态保护红线	0.0268
工程地质、水文地质	0.0937	地质灾害	0.0729
		地震带	0.0208
交通条件	0.0458	交通可达性	0.0458
区位条件	0.06	距城镇距离	0.06
其它	0.0664	高压线走廊	0.0208
		油气管线	0.0208
		旅游景点	0.0248

根据以上复合权重评价方法，对所有单项要素进行叠加分析，对最终的综合评价适宜性分区结果进行分级，共分为 5 级，得分从低到高分别表示为差、较差、中、良、好，具体见图 C.9。

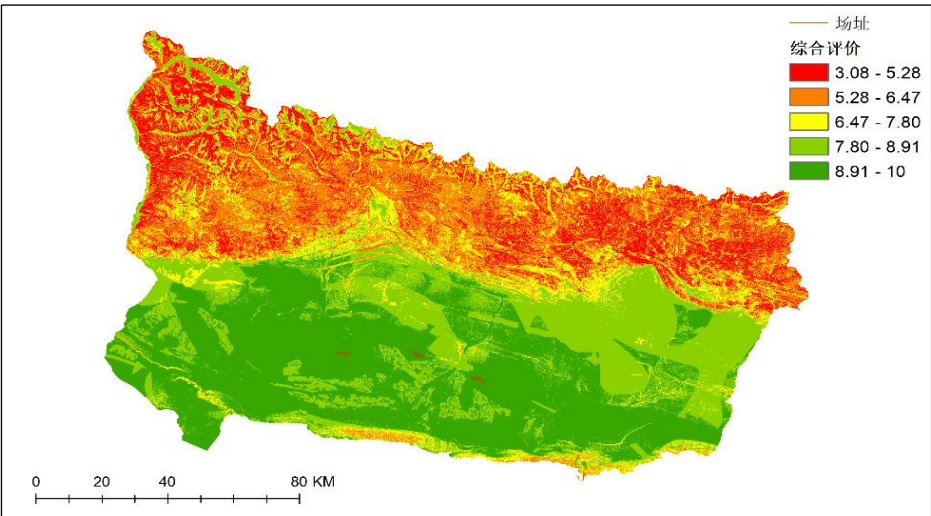
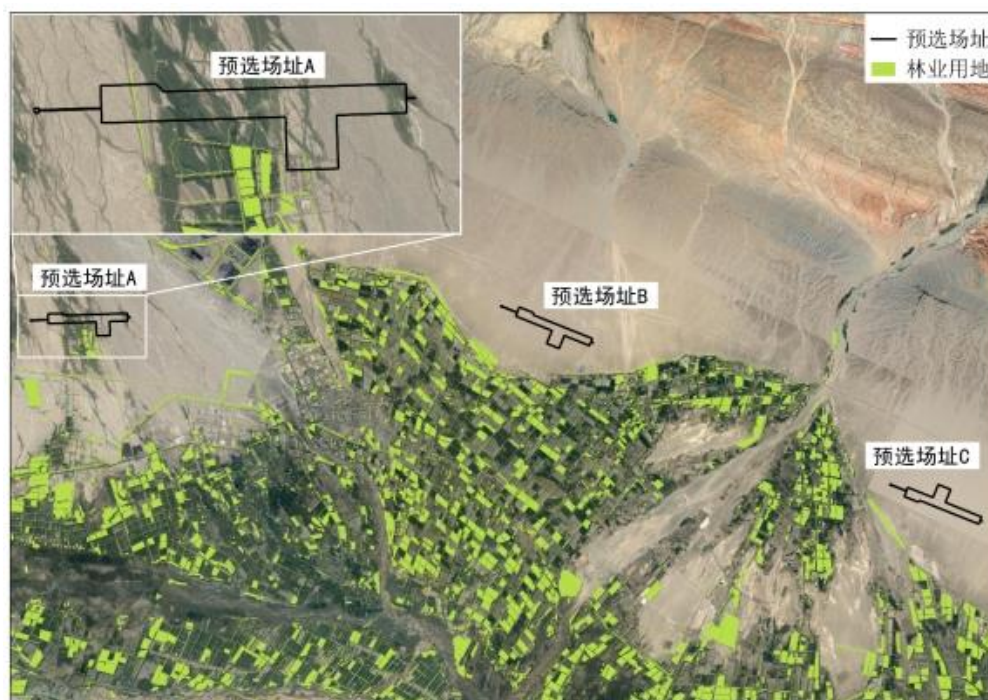


图 C.9 多要素叠加示意图

附录 D 场址比选辅助样例

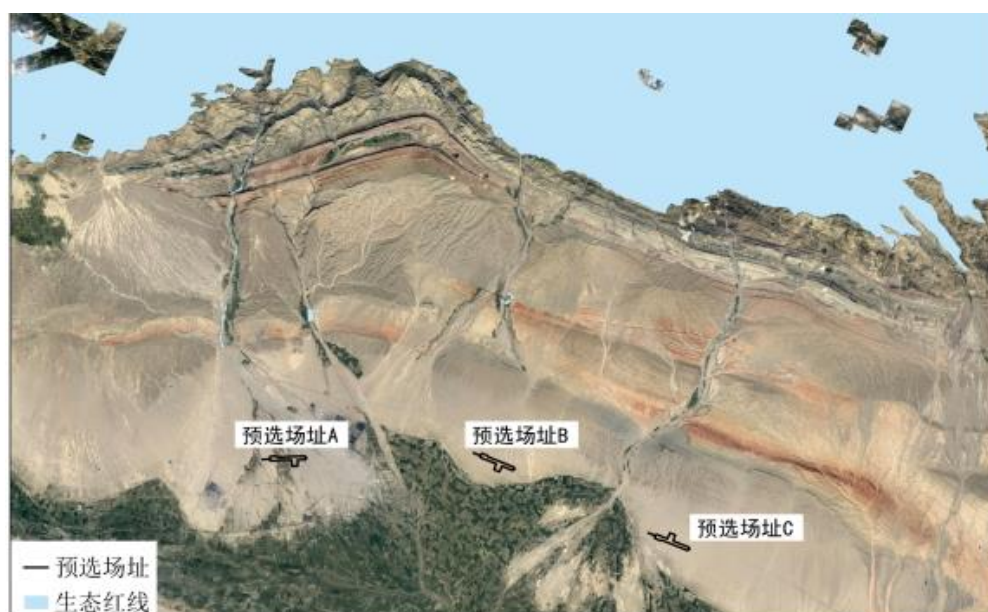
D.1 林业用地

经分析，场址 A 西端占用绿洲农田防护林，场址 B 和场址 C 不占用林业用地。



D.2 生态红线

经分析，三个预选场址不在生态保护红线内。



D.3 基本农田

经分析，三个预选场址不占用基本农田。



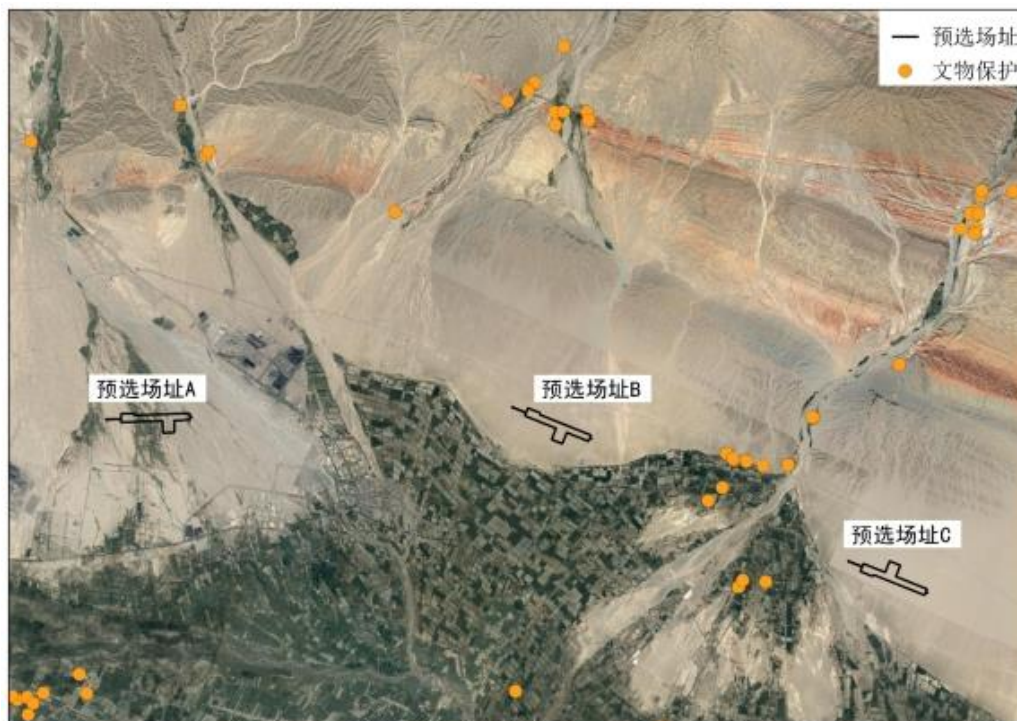
D.4 矿产资源

经分析，预选场址 A、预选场址 C 不压覆矿产，数据显示预选场址 B 位于砂石粘土集中开采区，经进一步核实选址区域为规划的砂石料集中开采区，预选场址范围内暂未设置矿权，目前也未开采，不存在采空区。



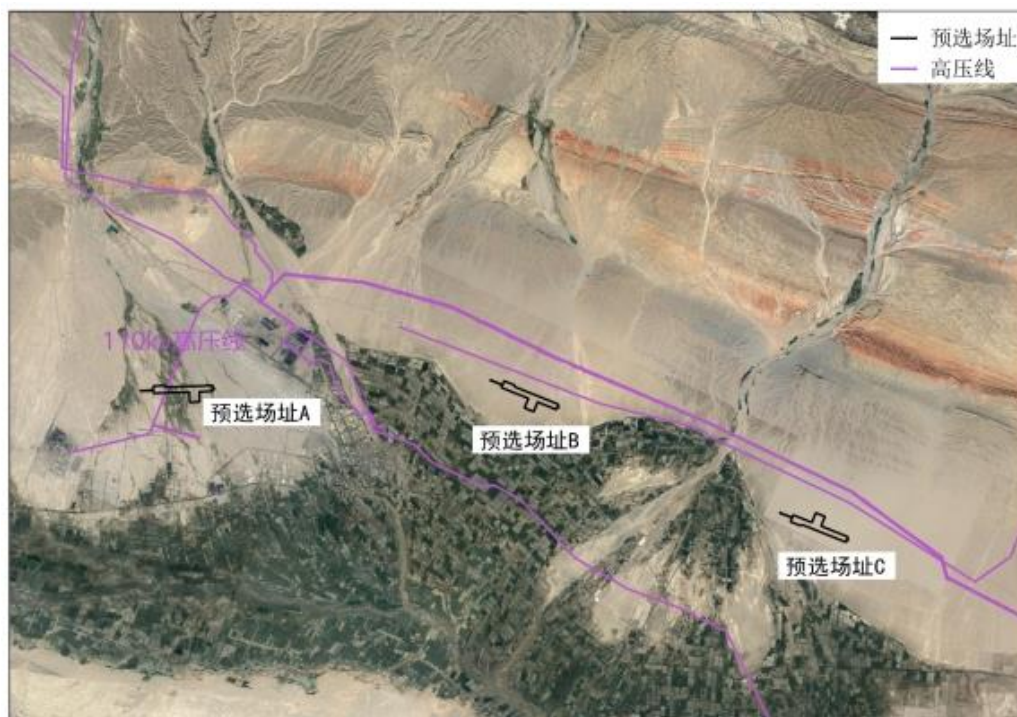
D.5 文物古迹

经分析，预选场址不影响文物古迹。



D.6 高压线

经分析，预选场址 B、预选场址 C 没有高压线穿过，预选场址 A 有 110kV 高压线穿过。



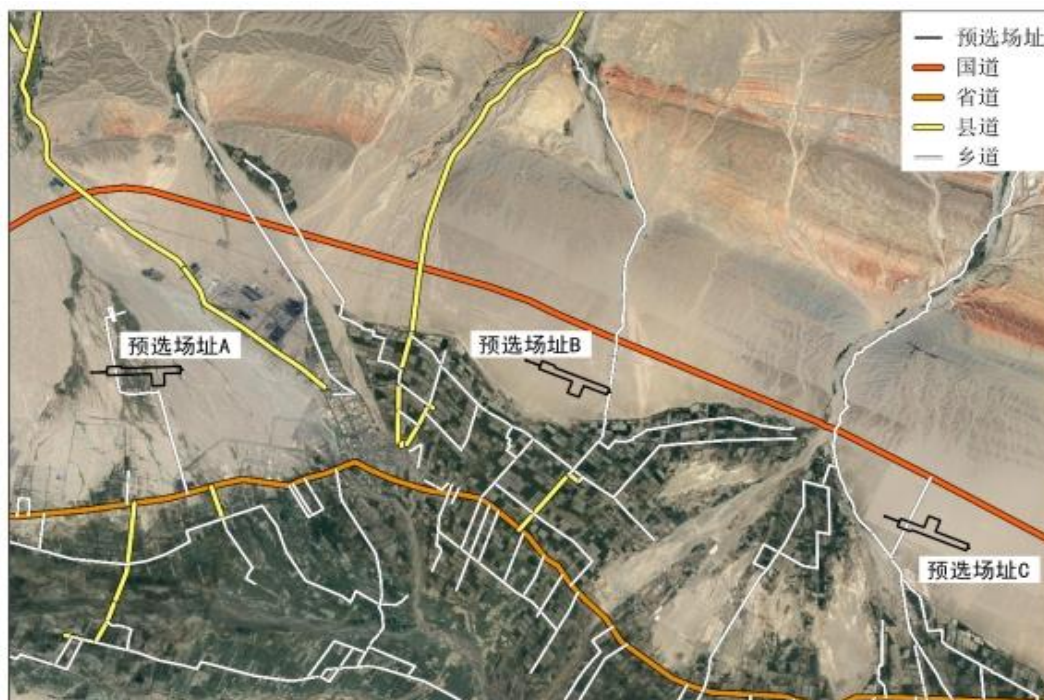
D.7 地震带

经分析，预选场址均不穿越地震断裂带。



D.8 与周边交通网络关系

经分析，预选场址周边现有乡道，具备建设机场进场路的条件。预选场址 B 和预选场址 C 北面有主干道，外围道路系统较便捷。



D.9 与城市规划关系

经分析,预选场址 A 更靠近城市规划区,最近处有 1.5 公里,机场距离城市过近,相互发展也会存在影响。预选场址 B 距离城市规划区最近处有 5.2 公里,距离较合适。预选场址 C 距离城市规划区最近处有 18.1 公里,距离较远。



D.10 油气管道

经分析,预选场址 A、预选场址 C 距离油气管道距离较远,预选场址 B 距油气管道最近距离为 443.8m。

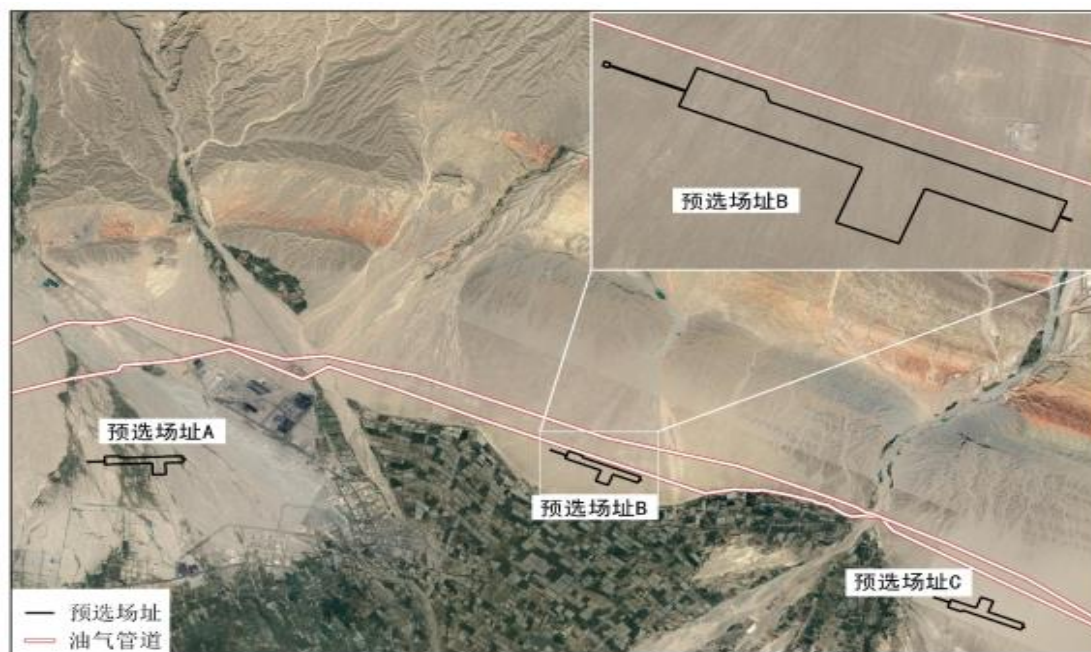


表 D.1 预选场址比选表

比较项 场址	预选场址 A	预选场址 B	预选场址 C
林业用地	占用Ⅳ级林业用地 0.9 公顷	无	无
生态保护红线	无	无	无
基本农田	无	无	无
旅游景点	无	无	无
矿产资源	无	位于砂石粘土集中开 采区	无
文物古迹	无	无	无
高压线走廊	有 110kV 高压线穿越	距离 110kV 高压线 0.7 m	无距 110kV 高压线 1.4 km
地震带	距地震带 11.4km	距地震带 13.1km	距地震带 9.7km
场址周边道路	距国道 8.3 km 距省道 5.5km 距县道 4.3km 有乡道穿过	距国道 2.1km 距省道 6.7km 距县道 3.8km 有乡道穿过	距国道 1.4km 距省道 7.2km 距县道 20.9km 有乡道穿过
与城市规划区的关系	与城市规划区距离较 近为 1.5km	与城市规划区距离为 5.2km	与城市规划区距离略 远为 18.2km
防洪工程	无	无	无
油气管线	距油气管线 4.2km	距油气管线 0.4km	距油气管线 0.9km

附录 E 场址可视化样例

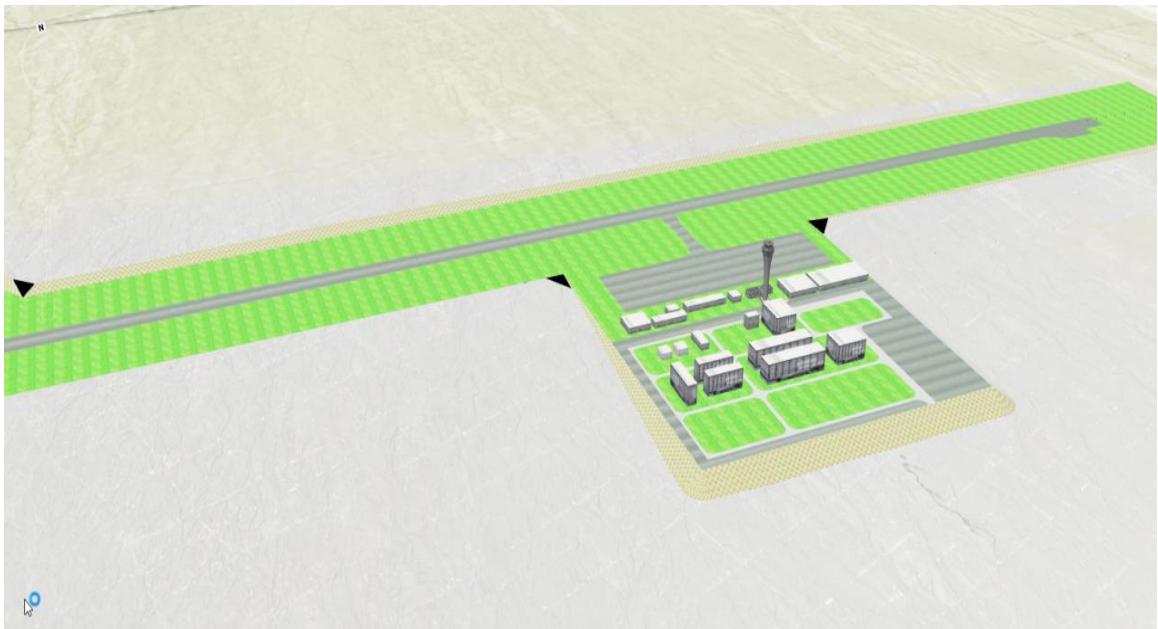


图 E.1 场址模型图

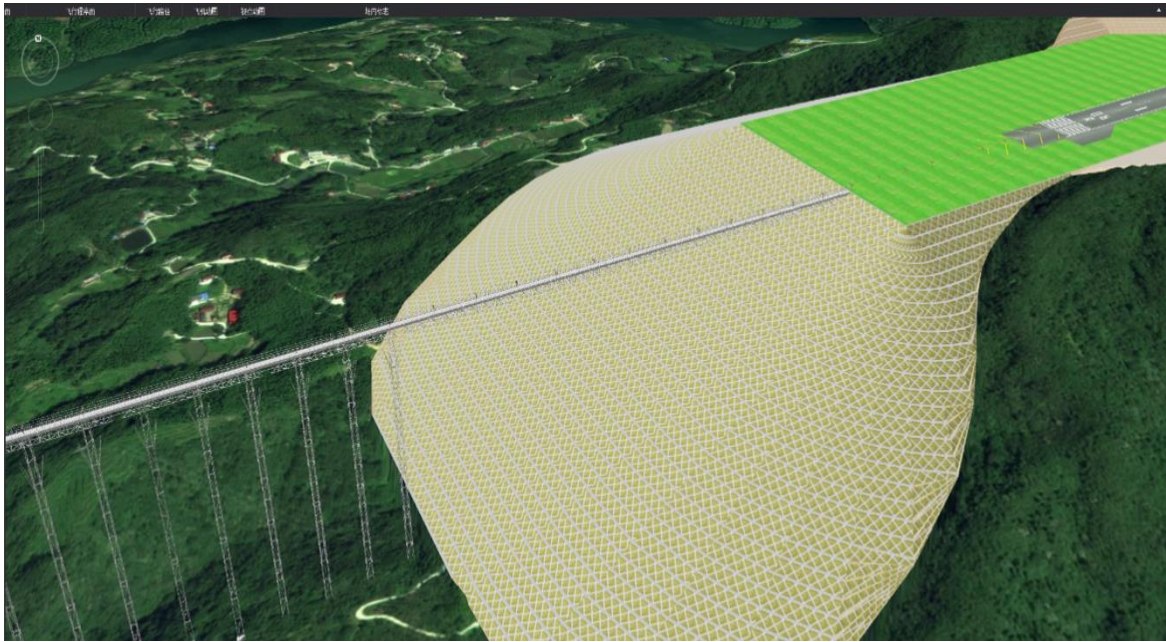


图 E.2 灯光进近模型图

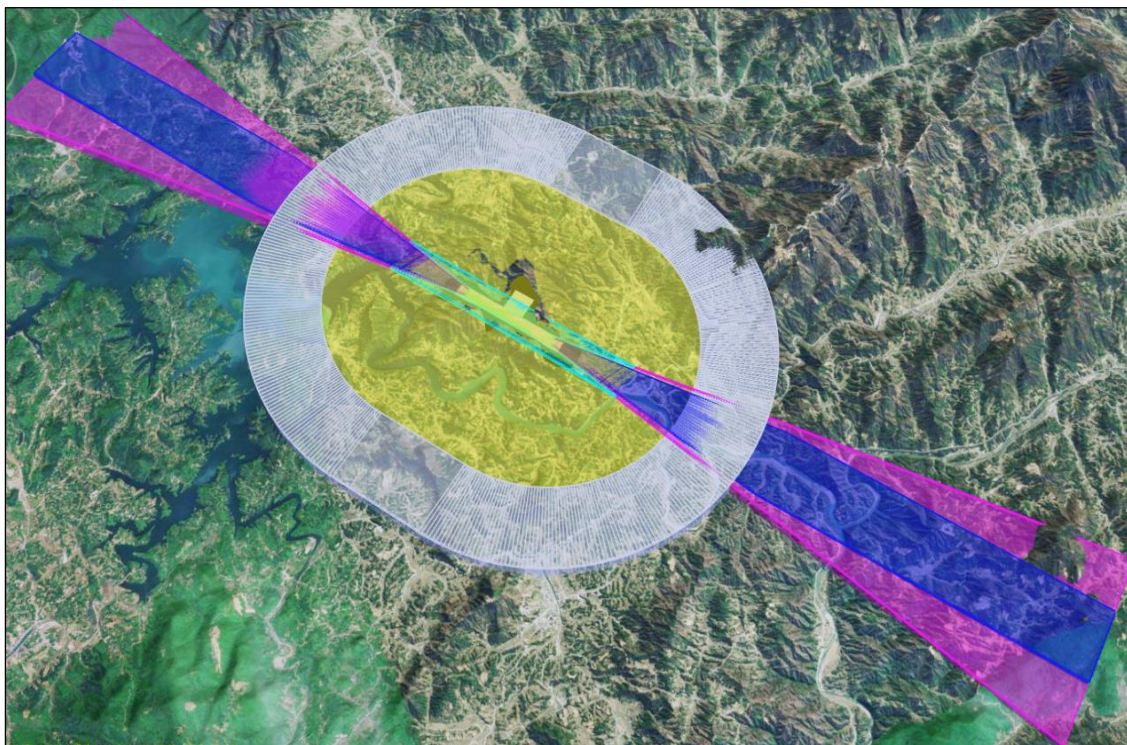


图 E.3 净空限制面模型图

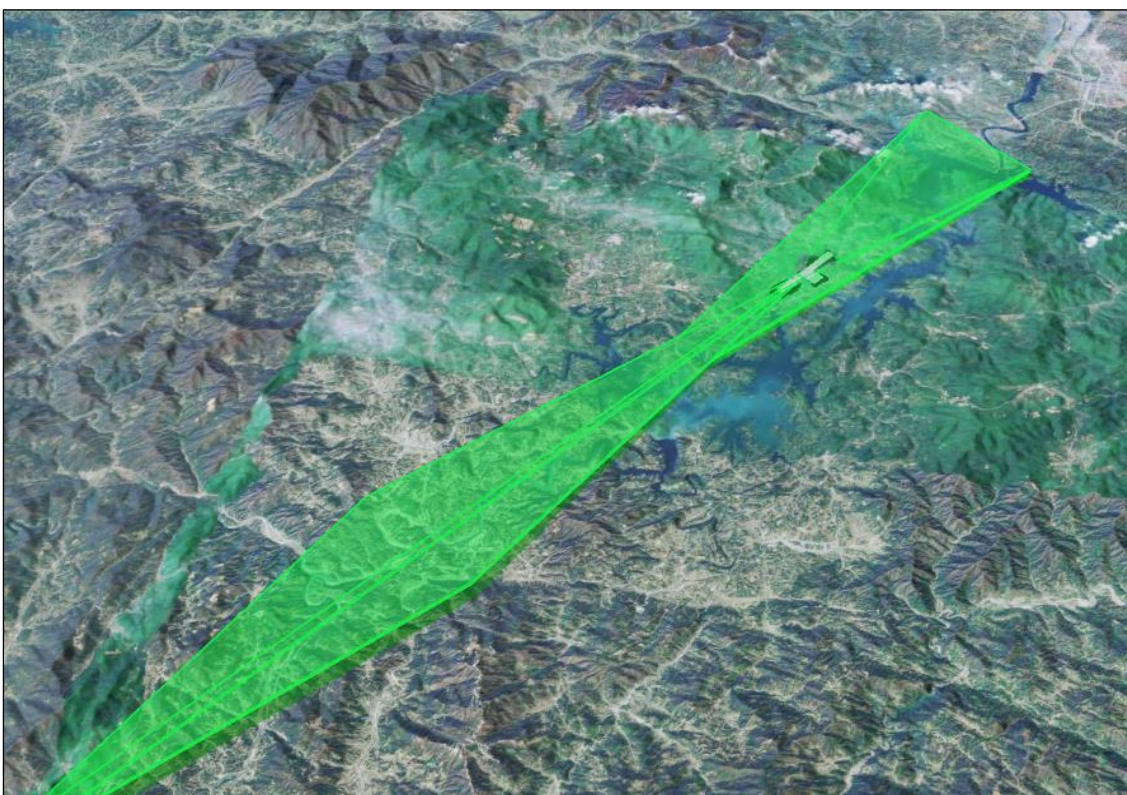


图 E.4 OAS 面模型图



图 E.5 OAS 面穿透山体模型图



图 E.6 VSS 面模型图

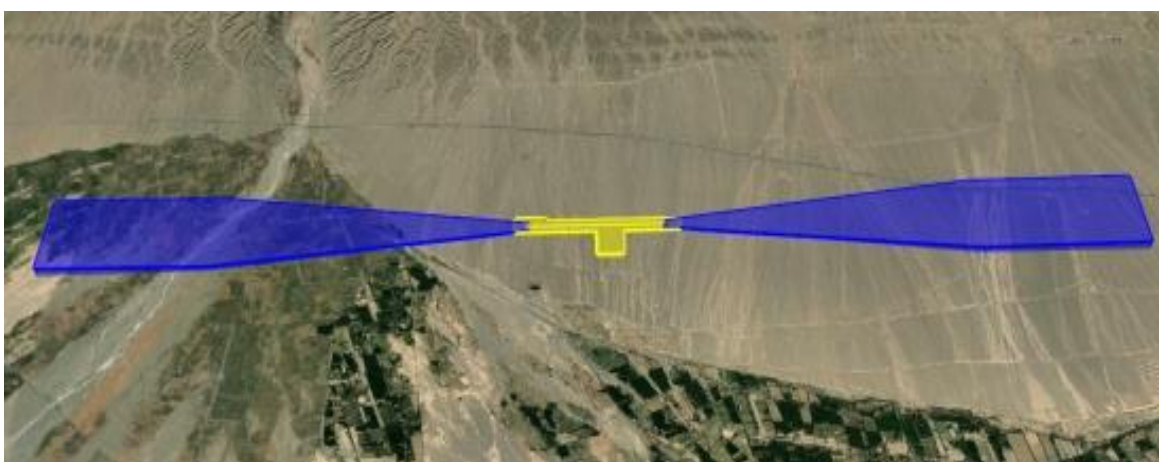


图 E.7 起飞航径区模型图

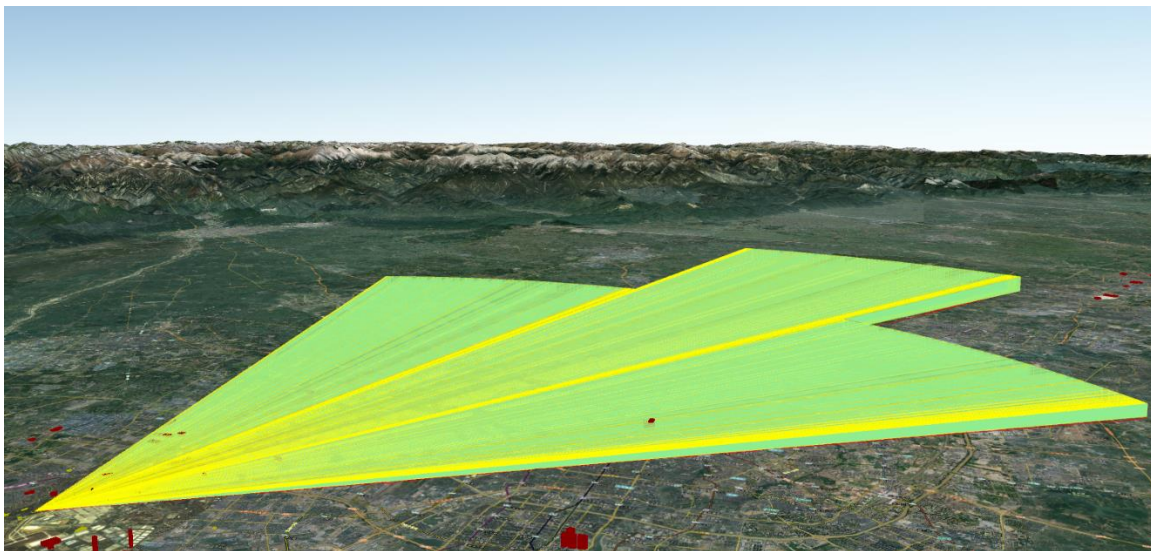


图 E.8 航向信标三维覆盖示意图